

Міністерство освіти і науки України
Міністерство оборони України
Вінницький національний технічний університет
Університет «Стефан чел Маре», (м. Сучава, Румунія)
Технічний університет «Georghe Asachi», (м. Яси, Румунія)



МАТЕРІАЛИ

IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ»

13-14 ЛИСТОПАДА 2024 року



Вінниця – 2024

УДК 623.1/.7

М-34

Відповідальний за випуск **П. Я. Бондаренко**

Рецензенти: **Анісімов В. Ф.**, доктор технічних наук, професор
Кашканов А. А., доктор технічних наук, професор

Матеріали IV Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”, 13-14 листопада 2024 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 511 с.

ISBN 978-617-8163-25-9 (PDF)

Збірник містить Матеріали IV Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки” за основними напрямками відповідно до Інформаційного листа.

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

УДК 623.1/.7

ISBN 978-617-8163-25-9 (PDF)

© Вінницький національний технічний
університет, укладання, оформлення, 2024

ЗМІСТ

Секція 1. Бойове застосування озброєння та військової техніки та пріоритетні напрями їх розвитку

<u>Розробка пропозицій щодо комплексного захисту засобів радіолокації радіотехнічних військ від широкого спектру засобів ураження збройних сил російської федерації</u>	<u>1</u>
<i>Іван Миколайович Трофимов, Олександр Сергійович Малярєнко, Ігор Олександрович Дворніченко, Євген Анатолійович Сметана</i>	
<u>Вибір основних технічних рішень для рлс виявлення та супроводження гіперзвукових літальних апаратів</u>	<u>4</u>
<i>Василь Йонович Климченко, Владислав Олександрович Тютюнник, Михайло Рімович Арасланов, Кристина Альбертівна Тах'ян</i>	
<u>Використання дронів у тактичній медицині</u>	<u>8</u>
<i>Анна Григорівна Стаднік, Ігор В'ячеславович Віщун</i>	
<u>Впровадження систем технічного зору до складу бортового обладнання сучасних гелікоптерів</u>	<u>11</u>
<i>Олексій Олегович Клімішен, Андрій Олександрович Красноруцький</i>	
<u>Удосконалення протитанкового ракетного комплексу «Стугна-П»</u>	<u>14</u>
<i>Микола Григорович Домненко, Сергій Олегович Яцук</i>	
<u>Створення спеціальних боєприпасів для знешкодження дронів-камікадзе типу «Shahed-136» та «Geran-2»</u>	<u>16</u>
<i>Микола Григорович Домненко, Денис Дмитрович Гайдарли</i>	
<u>Заходи боротьби з дронами типу «Shahed-136» та «Geran-2» в умовах їх масового застосування</u>	<u>19</u>
<i>Микола Григорович Домненко, Денис Дмитрович Гайдарли</i>	
<u>Перспективи розвитку БпЛА для ураження повітряних цілей</u>	<u>22</u>
<i>Олександр Миколайович Сорочкін, Андрій Сергійович Хижняк, Євгеній Валерійович Матвєєв, Михайло Володимирович Сосулін</i>	
<u>ROCKWELL COLLINS AN/ARN-118 (TACAN) як пріоритетний напрямок розвитку обладнання на повітряних судах</u>	<u>25</u>
<i>Микола Миколайович Дігтярь, Ярослав Сергійович Разувалов, Вадим Віталійович Олійник, Владислав Алекович Верютін</i>	
<u>Вдосконалення методів аеророзвідки за допомогою безпілотних авіаційних комплексів на основі отриманого досвіду воєнних дій 2022–2023 років</u>	<u>27</u>
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	
<u>Методи підвищення ефективності боротьби з безпілотними літальними апаратами, на основі отриманого досвіду ведення бойових дій 2022-2023 років</u>	<u>30</u>
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	
<u>Використання акустичних сенсорів при влаштуванні мінних загороджень при інженерному облаштуванні позицій</u>	<u>33</u>
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	

<u>Способи підвищення ефективності використання дронів-камікадзе для боротьби із засобами протиповітряної оборони противника шляхом встановлення світлочутливих програмованих датчиків</u>	36
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко, Володимир Євгенович Сула</i>	
<u>Artificial/abstract languages as an element of increasing drone efficiency/reliability/sustainability on the battlefield</u>	39
<i>Анатолій Антонович Шиян, Лілія Олександрівна Нікіфорова</i>	
<u>Дослідження математичної моделі системи попередження про небезпечну висоту літака-винищувача</u>	41
<i>Роман Вікторович Василенко, Вадим Миколайович Колеснік</i>	
<u>Способи підвищення ефективності виявлення малорозмірних цілей в радіолокації</u>	45
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	
<u>Використання пікірування на ціль FPV-дроном в умовах роботи ворожих засобів радіоелектронної боротьби</u>	48
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	
<u>Методи боротьби з безпілотними літальними апаратами шляхом застосування аеростатів загородження</u>	51
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко, Віталій Анатолійович Юхно</i>	
<u>Дослідження можливостей підвищення ефективності застосування безпілотних авіаційних систем в умовах ведення бойових дій</u>	55
<i>Іван Михайлович Тушця</i>	
<u>Розробка рекомендацій щодо підвищення оперативності обробки даних повітряної розвідки з урахуванням досвіду ведення бойових дій</u>	57
<i>Владислав Андрійович Сорочук, Богдан Миколайович Іващук</i>	
<u>Розробка моделі виявлення та супроводження рухомих наземних цілей з використанням технологій комп'ютерного зору</u>	59
<i>Владислав Станіславович Сіваков, Геннадій Борисович Ейдельштейн</i>	
<u>Актуальність можливостей вдосконалення зразків техніки для ведення повітряної розвідки</u>	61
<i>Ярослав Віталійович Логвиненко, Геннадій Борисович Ейдельштейн</i>	
<u>Дослідження можливостей підвищення якості виявлення ударних безпілотних літальних апаратів з урахуванням досвіду бойових дій</u>	63
<i>Олександр Сергійович Ковальчук, Богдан Миколайович Іващук</i>	
<u>Дослідження можливостей підвищення оперативності виявлення ударних безпілотних літальних апаратів з урахуванням досвіду бойових дій</u>	64
<i>Ілля Владиславович Жебровський, Євгеній Євгенійович Крепко</i>	
<u>Досвід застосування змішаних авіаційних угруповань пілотованої і безпілотної авіації в сучасних збройних конфліктах і війнах</u>	65
<i>Володимир Миколайович Кривонос, Анатолій Петрович Бабич, Андрій Анатолійович Бабич</i>	

<u>Дослідження шляхів збільшення дальності виявлення цілей авіаційними оптико-електронними прицільними комплексами</u>	67
<i>Тарас Сергійович Гринчук, Ольга Андріївна Гнусенко, Кирило Олексійович Малишок</i>	
<u>Подавлення зв'язку FPV-дронів методами активного впливу</u>	70
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Удосконалення методики оцінювання безперервності управління підрозділами ппо сухопутних військ</u>	73
<i>Андрій Федорович Волков, Максим Анатолійович Харчук</i>	
<u>Перспективи розвитку технічних засобів охорони загальновійськових підрозділів під час розташування на місці</u>	75
<i>Роман Васильович Попадюк, Михайло Михайлович Бречка, Віталій Володимирович Ярошук</i>	
<u>Напрямки створення модульно-уніфікованих багатомостових автомобільних шасі високої прохідності</u>	77
<i>Станіслав Володимирович Войтків</i>	
<u>Аналіз світового досвіду застосування засобів наземного забезпечення польотів</u>	81
<i>Вадим Володимирович Кав'юк, Андрій Альбертович Кашиканов</i>	
<u>Аналіз небезпечних метеоутворень які становлять загрозу нормальному функціонуванню безпілотного літального апарату Bayraktar TB2 під час польоту</u>	84
<i>Андрій Олександрович Красноруцький, Вячеслав Анатолійович Хлоп'ячий, Роман Васильович Древенчук, Влада Сергіївна Матвеева</i>	
<u>Обґрунтування параметрів управляючої системи уніфікованого засобу транспортування і підвіски авіаційних засобів ураження</u>	89
<i>Олексій Миколайович Баранік, Яна Валентинівна Шелест</i>	
<u>Особливості використання літака-винищувача Су-27 з покращеними льотними тактико-технічними характеристиками</u>	92
<i>Богдан Євгенійович Наточій, Ярослав Сергійович Разувалов, Тарас Сергійович Гринчук</i>	
<u>Розробка пропозицій щодо вдосконалення методу діагностування технічного стану авіаційних випрямних пристроїв для підвищення рівня безпеки польотів</u>	94
<i>Олександр Володимирович Цемма, Каріна Олегівна Токарчук</i>	
<u>Вплив нових технологій у маскуванні та захист військової техніки під час повномасштабного вторгнення росії в Україну</u>	97
<i>Ювіта Ювіта Колошко, Валерія Олександрівна Груздова</i>	
<u>Вплив конструкції та характеристик підривачів авіаційних засобів ураження на ефективність та безпеку бойового застосування з БпЛА 1 класу</u>	100
<i>Олексій Миколайович Баранік, Аліна Андріївна Павліченко</i>	

<u>Напрямки модернізації несучої системи вертольота Мі-24</u>	<u>103</u>
<i>Анастасія Сергіївна Чесна, Дмитро Володимирович Сніжко</i>	
<u>Особливості проведення випробовувань екіпірування військовослужбовців на токсичність та екологічну безпеку</u>	<u>106</u>
<i>Дмитро Андрійович Лук'янов, Ірина Григорівна Ячна</i>	
<u>Проблеми відповідності вимогам сьогодення підсистеми ремонту військової автомобільної техніки</u>	<u>108</u>
<i>Олександр Володимирович Павленко, Олександр Андрійович Харьков, Денис Вадимович Сніжко</i>	
<u>Захист вертольоту мі-8 при зіткненні з перешкодами типу ліній електропередач шляхом використання спеціальних пристроїв</u>	<u>111</u>
<i>Валерій Іванович Лавренко, Антоніна Михайлівна Матвієнко</i>	
<u>Adaptability of the air target identification algorithm under uncertainty</u>	<u>114</u>
<i>Андрій Волков, Роман Яроцук</i>	
<u>Шляхи підвищення дальності та тривалості польоту військово- транспортного літака типу Ан-178</u>	<u>116</u>
<i>Валерій Іванович Лавренко, Артем Миколайович Савченко</i>	
<u>Дослідження шляхів збільшення відстані перебазування бригади тактичної авіації</u>	<u>118</u>
<i>Олег Миколайович Олійник, Вадим Валерійович Сідловський</i>	
<u>Забезпечення безпеки польотів літаками транспортної авіації при можливих перевищеннях експлуатаційних обмежень</u>	<u>121</u>
<i>Олег Миколайович Олійник, Артем Олександрович Марченко</i>	
<u>Захист від БПЛА в умовах сучасного бою</u>	<u>124</u>
<i>Анна Григорівна Стаднік, Яна Олександрівна Оболонська</i>	
<u>Кіберрозвідка, методи збору даних і аналіз інформації в кібервійсках</u>	<u>126</u>
<i>Яна Олександрівна Оболонська, Анна Григорівна Стаднік</i>	
<u>Роль безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні</u>	<u>129</u>
<i>Сергій Іванович Корсунов, Микола Іванович Оборонов</i>	
<u>Дослідження конструктивно-компонувальної схеми транспортно-бойового вертольота типу Мі-24</u>	<u>132</u>
<i>Олег Миколайович Олійник, Ілля Олександрович Ткачук</i>	
<u>До питання вибору оптимального повітряного носія для ударних безпілотних літальних апаратів</u>	<u>134</u>
<i>Анатолій Петрович Корнієнко, Юрій Володимирович Скорий, Руслан Вікторович Лященко</i>	
<u>Вимоги безпеки при експлуатації літака МіГ-29 на ПАРМ-2М</u>	<u>138</u>
<i>Наталія Олексіївна Герман, Дмитро Володимирович Сніжко</i>	
<u>Дослідження експлуатаційних властивостей та розробка заходів щодо підвищення ефективності використання вертольоту Мі-8МТ</u>	<u>141</u>
<i>Олег Миколайович Олійник, Данііл Антонович Григоров</i>	

<u>Пропозиції щодо удосконалення організації боротьби з безпілотними літальними апаратами противника в підрозділах протиповітряної оборони сухопутних військ в сучасних умовах</u>	144
<i>Олександр Васильович Кулешов, Олексій Володимирович Коломійцев, Сергій Іванович Клівець, Тетяна Василівна Кулешова</i>	
<u>Тепловізійний дрон</u>	147
<i>Павло Якович Бондаренко, Віталій Вікторович Мартиненко, Віталій Анатолійович Юхно, Володимир Євгенович Сула</i>	
<u>Дослідження впливу експлуатаційних факторів на стан стрічки кріплення кіля літака МіГ-29</u>	150
<i>Віктор Олександрович Паращук, Олег Борисович Анінко</i>	
<u>Аналіз варіантів побудови систем дистанційного керування стрілецькою зброєю</u>	152
<i>Володимир Дмитрович Карлов, Анатолій Євгенович Присяжний, Сергій Геннадійович Леушин</i>	
<u>Завдання та способи застосування військово-транспортної авіації в умовах ведення бойових дій</u>	155
<i>Іван Юрійович Гурін, Дмитро Володимирович Сніжко</i>	
<u>Дослідження методів підвищення технічних характеристик УКС-400В- П4 із застосуванням сучасних технологій осушення стисненого повітря</u>	157
<i>Сергій Анатолійович Вахнюк, Володимир Володимирович Маковецький</i>	
<u>Збільшення дальності та тривалості польоту військово- транспортного літака Іл-76</u>	160
<i>Валерій Іванович Лавренко, Владислав Віталійович Боцул</i>	
<u>Процес забезпечення життєдіяльності пілотів в умовах висотного польоту завдяки вдосконаленню кисневої системи</u>	162
<i>Діана Володимирівна Нестерова, Юлія Олегівна Миронюк, Юрій Вікторович Георгієв</i>	
<u>Вдосконалення експлуатаційних властивостей та характеристик пілезахисного пристрою вертольота Мі-8МСБ</u>	166
<i>Сергій Анатолійович Пleshунов, Іван Михайлович Гудзій</i>	
<u>Особливості розвитку та сучасні вимоги до зразків озброєння та військової техніки сухопутних військ Збройних Сил України</u>	169
<i>Віктор Кононович Сидоренко, Олександр Михайлович Лосіков</i>	
<u>Аналіз досвіду завдань вертоліта Мі-8 під час бойових дій та визначення основних тактико-технічних вимог й шляхів модернізації</u>	173
<i>Олександр Олегович Околович, Дмитро Володимирович Сніжко</i>	
<u>Розробка заходів щодо покращення маневрених характеристик літаків-винищувачів МіГ-29 з урахуванням досвіду їх застосування в умовах проведення бойових дій</u>	177
<i>Данило Миколайович Петраков, Владислав Валерійович Кондратенко</i>	

<u>Дослідження та обґрунтування параметрів силової установки для легкого бойового літака</u>	<u>179</u>
<i>Валерій Іванович Лавренко, Всеволод Олегович Касьян</i>	
<u>Покращення злітно-посадкових характеристик літака-винищувача типу МіГ-29 з урахуванням досвіду бойових дій</u>	<u>182</u>
<i>Ігор Борисович Ковтонюк, Роман Валентинович Григоренко</i>	
<u>Автоматизація автономного польоту БпЛА з використанням зовнішнього модуля навігації</u>	<u>184</u>
<i>Олександр Олександрович Майданик, Анатолій Миколайович Мацуї, Єлизавета Владиславівна Мелешко</i>	
<u>Effective detection and electronic countermeasures against enemy uav</u>	<u>188</u>
<i>Валентин Вікторович Жук, Микола Миколайович Дігтярь</i>	
<u>Особливості напрямів розвитку озброєння та військової техніки</u>	<u>190</u>
<i>Олександр Валерійович Босий, Артур Вячеславович Головань, Вячеслав Григорович Головань</i>	
<u>Створення та використання відблискових оптичних полів для виявлення малорозмірних повітряних цілей, що рухаються над водними поверхнями</u>	<u>193</u>
<i>Оксана Васильовна Бесова, Володимир Юрійович Вдовьонков, Володимир Дмитрович Карлов, Олександр Олексійович Копилов</i>	
<u>Перспективи проєктування роботизованих платформ та методики їх розрахунку</u>	<u>196</u>
<i>Михайло Васильович Петровський, Іван Михайлович Дегтярьов, Дмитро Валерійович Мірошніченко, Петро Володимирович Леонтєв, В'ячеслав Олегович Журба, Вадим Григорович Ланчинський</i>	
<u>Дослідження системи інтелектуального застосування БпЛА</u>	<u>200</u>
<i>Олександр Анатолійович Хіжнюк, Даніїл Антонович Головка, Каріна Віталіївна Пиль</i>	
<u>Спеціальні наземні сервісні станції, як складова безпілотної авіаційного комплексу</u>	<u>203</u>
<i>Сергій Олександрович Кібіткін</i>	
<u>Застосування енергонезалежних екзотермічних стрижнів при розмінуванні</u>	<u>205</u>
<i>Володимир Георгійович Лебедев, Тетяна Валеріївна Чумаченко, Алла Вікторівна Беспалова, Тетяна Володимирівна Ніколаєва, Ілля Вікторович Пасєка</i>	
<u>Перспективи підвищення ефективності винищувально-авіаційного прикриття за допомогою застосування БпЛА-перехоплювачів</u>	<u>209</u>
<i>Олег Михайлович Печененко, Ярослав Віталійович Ярошенко, Олександр Євгенійович Блискун</i>	

**Секція 2. Питання інтеграції Збройних Сил України в НАТО
та психологічної підтримки військовослужбовців**

<u>Сучасні технології на автомобільному транспорті</u>	<u>212</u>
<i>Олександр Петрович Терещенко, Катерина Миколаївна Татуревич</i>	
<u>Військово-транспортні системи, логістика, організація і безпека руху</u>	<u>214</u>
<i>Олександр Петрович Терещенко, Катерина Миколаївна Татуревич</i>	
<u>Тактична медицина: знання, що рятує життя</u>	<u>216</u>
<i>Григорій Васильович Табачук</i>	
<u>Військова психологія: незамінний інструмент забезпечення психологічної стійкості українського війська та цивільного населення в умовах сучасної війни</u>	<u>218</u>
<i>Григорій Васильович Табачук, Катерина Миколаївна Татуревич</i>	
<u>Творчий підхід до реабілітації військових в Україні та світі: відновлення через мистецтво і самовираження</u>	<u>221</u>
<i>Катерина Миколаївна Татуревич, Ігор В'ячеславович Віщун</i>	
<u>Інноваційні можливості штучного інтелекту під час військових операціях</u>	<u>223</u>
<i>Яна Олександрівна Оболонська, Ігор В'ячеславович Віщун</i>	
<u>Волонтерство сьогодення в Україні та його важливість</u>	<u>225</u>
<i>Катерина Миколаївна Татуревич, Ігор В'ячеславович Віщун</i>	
<u>Рекомендації по забезпеченню емоційного здоров'я на передовій</u>	<u>228</u>
<i>Віталій Вікторович Мартиненко, Ігор В'ячеславович Віщун</i>	
<u>Вплив динамічної зміни відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив на систему живлення дизелів з наддувом</u>	<u>231</u>
<i>Андрій Павлович Поляков, Володимир Миколайович Шевчук</i>	
<u>Застосування деформуючого протягування при виробництві камер згоряння твердопаливних некерованих ракет</u>	<u>235</u>
<i>Яків Борисович Немировський, Ігор Віталійович Шепеленко, Наталія Іванівна Посвятенко</i>	
<u>Розробка комплексного пристрою виставлення курсу</u>	<u>238</u>
<i>Роман Вікторович Василенко, Тимур Васильович Паращенко, Дмитро Андрійович Мазурок</i>	
<u>Пропозиції щодо підвищення надійності паливомірної системи літака винищувача МіГ-29</u>	<u>242</u>
<i>Роман Вікторович Василенко, Тимур Васильович Паращенко, Сергій Валерійович Кальмуцький</i>	
<u>Аналіз сучасних безплатформних інерціальних навігаційних систем щодо їх адаптації на літаки повітряних сил Збройних Сил України</u>	<u>245</u>
<i>Роман Вікторович Василенко, Володимир Олександрович Чигрін, Олександр Андрійович Гальопа</i>	

<u>Роботизація військових функцій та особливості застосування безпілотних літальних апаратів в російсько-українській війні</u>	<u>248</u>
<i>Володимир Павлович Варакута, Микита Володимирович Варакута</i>	
<u>Вивчення історичного досвіду наших предків допомагає зберегти національну пам'ять та ідентичність</u>	<u>252</u>
<i>Діана Віталіївна Байдачна, Григорій Васильович Табачук</i>	
<u>Становлення гендерної рівності в Збройних Силах України у наш час</u>	<u>254</u>
<i>Діана Віталіївна Байдачна, Григорій Васильович Табачук</i>	
<u>Формування основних знань про запобігання корупції в системі професійної підготовки слухачів військової кафедри</u>	<u>256</u>
<i>Діана Віталіївна Байдачна, Григорій Васильович Табачук</i>	
<u>Варіанти реалізації захисту радіолокаційних станцій від потенційного противника в умовах військових дій</u>	<u>258</u>
<i>Андрій Вікторович Колесник, Юрій Вікторович Георгієв</i>	
<u>Методика розрахунку водоприймальної скважини</u>	<u>262</u>
<i>Віталій Вікторович Мартиненко</i>	
<u>Характеристики FPV-дронів, особливості їх застосування в бойових діях</u>	<u>266</u>
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Напрямки розвитку радіотехнічних військ Збройних Сил України з врахуванням досвіду бойових дій</u>	<u>269</u>
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Інформаційно-психологічні операції та інформаційна бусифікація, як системний чинник впливу потенційного противника</u>	<u>272</u>
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Методи вдосконалення психологічної підтримки військовослужбовців ЗСУ</u>	<u>275</u>
<i>Анастасія Володимирівна Василич, Марія Володимирівна Василич</i>	
<u>Особливості проведення випробувань екіпірування військовослужбовців на вологозахист</u>	<u>278</u>
<i>Сергій Фелді, Оксана Кувишинова, Іван Шульга</i>	
<u>Теоретичні дослідження використання атомарних олів з ревілізіантами в засобах аеродромно-технічного забезпечення</u>	<u>281</u>
<i>Олег Анатолійович Бусилко, Максим Андрійович Борець</i>	
<u>Розробка заходів щодо удосконалення поопераційного контролю виконання робіт на авіаційній техніці</u>	<u>284</u>
<i>Денис Сергійович Штепа, Олег Миколайович Олійник</i>	
<u>Дослідження злітно-посадкових характеристик літака типу МіГ-29 з системою керування примежовим шаром з урахуванням досвіду бойових дій</u>	<u>287</u>
<i>Ростислав Віталійович Некрасов</i>	

До питання психологічної підтримки військовослужбовців – що ж потрібно мати з собою на «нулі» 289

Олександр Миколайович ГОРБАЧОВ, Михайло Леонідович ЯНКОВ

Психологічна готовність особового складу в умовах виконання оперативних – службових завдань в повсякденних умовах та в ході ведення бойових дій 292

Дмитро Олександрович Судома

Конфлікт та його вплив на професійну діяльність особового складу Державної прикордонної служби України 295

Андрій Вікторович Плеханов, Сергій Олександрович Каштелян

Дослідження шляхів впровадження сучасної системи психологічної підтримки військовослужбовців як невід’ємного компонента успішної інтеграції Збройних Сил України в НАТО 299

Олександр Анатолійович Хіжнюк, Крістіна Володимирівна Лиман, Христина Олегівна Духняк

Секція 3. Система технічного обслуговування і ремонту озброєння та військової техніки та шляхи її удосконалення

Удосконалений метод виявлення спектральних аномалій на зображеннях з бортових систем дистанційного зондування 302

Геннадій Володимирович Худов, Артем Петрович Гурін, Олег Олександрович Гурін, Богдан Анатолійович Лісогорський, Андрій Васильович Пономарь

Системотехніка і діагностика військових транспортних машин 306

Олександр Петрович Терещенко, Катерина Миколаївна Татуревич

Аналіз ефективності виявлення крилатої ракети ЗМ-14 “Калибр” у багатопозиційних радіолокаційних системах метрового діапазону хвиль 308

Олександр Васильович Борисенко

Дослідження фізико-хімічних властивостей азотованих в тліючому розряді титанових сплавів для виготовлення елементів зброї 311

Мирослав Степанович Стечишин, Олександр Володимирович Диха, Наталья Сергіївна Машовець

Покращення показників дизеля ЯМЗ-240 удосконаленням системи живлення 314

Андрій Павлович Поляков, Олександр Богданович Пилявець

Визначення впливу типу регулятора двигуна на техніко-економічні показники транспортного засобу 317

Лариса Василівна Мороз, Вадим Дмитрович Антонов

Підвищення техніко-економічних показників автомобіля КРАЗ-6322 удосконаленням конструкції двигуна 321

Лариса Василівна Мороз, Роман Валентинович Грига

<u>Дослідження впливу на показники транспортних засобів переведення дизелів на роботу на біодизельному паливі</u>	325
<i>Андрій Павлович Поляков, Дмитро Валентинович Ячиченко</i>	
<u>Комп'ютерна система керування виробництвом матеріалів для зварювальних робіт.</u>	329
<i>Ілля Босак</i>	
<u>Системи поліпшення стійкості та керованості повітряних суден</u>	330
<i>Каріна Андріївна Акименко, Сергій Борисович Кочук</i>	
<u>Пропозиції щодо підвищення точності вимірювання аеродинамічних параметрів дублера авіагоризонту ДА-200</u>	332
<i>Роман Вікторович Василенко, Тимур Васильович Паращенко, Дмитро Іванович Бобрівник</i>	
<u>Розробка структури перспективної контрольної-перевірочної апаратури аерометричних приладів для багатоцільового літака</u>	334
<i>Роман Вікторович Василенко, Євгеній Анатолійович Родюк</i>	
<u>Використання балістичного обліку-експертної служби МВС у розслідуванні кримінальних правопорушень</u>	337
<i>Євгеній Олександрович Гончар</i>	
<u>Актуальні проблеми бойового застосування, експлуатації і ремонту БпЛА</u>	340
<i>Владислав Андрійович Серета, Олександр Григорович Галена, Геннадій Борисович Ейдельштейн</i>	
<u>Актуальні проблеми бойового застосування, експлуатації і ремонту</u>	342
<i>Ілля Олегович Омельчук, Геннадій Борисович Ейдельштейн</i>	
<u>Процедури прийняття рішення у багатокритеріальній задачі вибору перспективного варіанта побудови системи управління безпілотними літальними апаратами</u>	344
<i>Олександр Іванович Бабенко, Дмитро Олександрович Гур'єв, Дмитро Олександрович Сізон</i>	
<u>Фортифікаційні споруди для збереження особового складу: аналіз досвіду бойових дій</u>	347
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Розробка комплексної методики діагностування елементів системи розподілу електроенергії повітряних суден країн НАТО</u>	350
<i>Кирило Сергійович Карлов, Олександр Євгенійович Зєнович, Юрій Вікторович Георгієв, Анастасія Володимирівна Козир</i>	
<u>Розробка пропозицій щодо вдосконалення паливомірної-витратомірної системи багатоцільового літака для підвищення надійності визначення кількості та запасу палива</u>	354
<i>Юрій Вікторович Георгієв, Дмитро Валентинович Липка, Анастасія Володимирівна Ведмідь</i>	

<u>Дослідження можливостей вдосконалення методу визначення аерометричних параметрів польоту багатоцільового літака</u>	<u>357</u>
<i>Олексій Олегович Клімішен, Олександр Олександрович Самойленко, Юрій Вікторович Георгієв</i>	
<u>Розробка пропозицій щодо удосконалення зовнішнього світлотехнічного обладнання літака-винищувача МіГ-29 з метою застосування окулярів нічного бачення</u>	<u>359</u>
<i>Юрій Вікторович Георгієв, Ніна Валеріївна Фот, Максим Андрійович Синюк</i>	
<u>Інженерні споруди з захистом від FPV-дронів під час ведення бою</u>	<u>362</u>
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Розробка пропозицій щодо вдосконалення протизледенільної системи військово-транспортного вертольоту з урахуванням досвіду експлуатації вертольотів країн НАТО</u>	<u>365</u>
<i>Віталій Сергійович Горбенко, Олександра Віталіївна Малік, Олексій Олегович Клімішен</i>	
<u>Альтернативні джерела енергії</u>	<u>369</u>
<i>Дмитро Віталійович Тодоренко, Максим Васильович Малюта</i>	
<u>Розробка портативного радіоприймача авіаційного діапазону в інтересах інженерно-авіаційного забезпечення авіації Збройних Сил України</u>	<u>372</u>
<i>Андрій Олександрович Красноручський, Ян Олексійович Вишнівський, Олександра Андріївна Курман, Дмитро Вікторович Васекін</i>	
<u>Перспективи впровадження захисту програмного забезпечення безпілотних авіаційних комплексів на основі блокчейн</u>	<u>376</u>
<i>Кирил Костянтинівич Матвеев, Ігор В'ячеславович Віщун</i>	
<u>Удосконалення системи зв'язку ВОПа і забезпечення захищеного інженерного шахтного проходу</u>	<u>379</u>
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	
<u>Перспективи маскуванню артилерійських позицій та техніки на основі застосування матеріалів з нанопокриттів</u>	<u>382</u>
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	
<u>Основні напрямки модернізації взводних опорних пунктів в умовах сучасної війни</u>	<u>385</u>
<i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко</i>	
<u>Гібридні силові установки для бойових машин малого класу</u>	<u>389</u>
<i>Дмитро Васильович Налесник, Володимир Васильович Зохнюк, Орест Зенонович Горбай</i>	
<u>Система підбору сталевих канатів для визначених умов експлуатації</u>	<u>392</u>
<i>Людмила Андріївна Олексієва, Євгеній Юрійович Іленко</i>	

<u>Особливості розвитку та сучасні вимоги до зразків озброєння та військової техніки Сухопутних військ Збройних Сил України</u>	<u>396</u>
<i>Віктор Кононович Сидоренко, Олександр Михайлович Лосіков</i>	
<u>Експлуатація та підтримання технічної готовності автомобільних транспортних засобів в умовах бойового застосування</u>	<u>400</u>
<i>Вячеслав Олександрович Єлістратов, Олександр Володимирович Павленко, Олександр Андрійович Харьков, Юрій Олегович Москівець</i>	
<u>Аналіз задач, що вирішує техніко-експлуатаційна частина</u>	<u>403</u>
<i>Віталія Володимирівна Погорелова, Дмитро Володимирович Сніжко</i>	
<u>Застосування методу епіламування для підвищення надійності горизонтального оперення та проведення розрахунків на міцність підшипників</u>	<u>405</u>
<i>Валерій Іванович Лавренко, Дмитро Анатолійович Талда</i>	
<u>Теоретичне дослідження можливості покращення характеристик маневрування вертольота Мі-24</u>	<u>407</u>
<i>Ігор Борисович Ковтонюк, Наталя Юріївна Григоренко</i>	
<u>Технічне обслуговування та ремонт пилезахистного пристрою</u>	<u>409</u>
<i>Дмитро Володимирович Сніжко, Богдан Богданович Буца</i>	
<u>Рекомендації щодо оптимізації відновлення озброєння та військової техніки в умовах збройної боротьби з використанням сучасних безпілотних наземних комплексів</u>	<u>412</u>
<i>Альберт Анатолійович Леках, Олександр Павлович Мусієнко, Володимир Вікторович Старцев</i>	
<u>Оцінка навантаження планера повітряного судна і ресурсу конструкції з використанням математичних моделей аеропружності</u>	<u>415</u>
<i>Анастасія Олександрівна Дерев'янка, Володимир Михайлович Онищенко, Володимир Жоржевич Яценюк</i>	
<u>Дослідження напрямків та шляхів модернізації літака – винищувача Су-27</u>	<u>418</u>
<i>Олександр Володимирович Пальчук, Олег Миколайович Олійник</i>	
<u>Проектування комбінованих синтезаторів сигналів і дослідження їх шумових характеристик</u>	<u>420</u>
<i>Микола Павлович Кандирін, Олександр Михайлович Дзідора</i>	
<u>Дослідження особливостей ремонту системи управління літака МіГ-29</u>	<u>422</u>
<i>Олександр Анатолійович Круць Олександр Анатолійович, Василь Олександрович Панасюк</i>	
<u>Дослідження особливостей ремонту паливної системи повітряних суден</u>	<u>424</u>
<i>Олег Валерійович Гирняк, Олександр Анатолійович Круць</i>	

<u>Розробка заходів щодо підвищення безвідмовності роботи головного редуктора вертольота Мі-8МСБ</u>	426
<i>Сергій Анатолійович Плешкунов, Віталій Максимович Томчук</i>	
<u>Вологість у бліндажах</u>	428
<i>Павло Якович Бондаренко, Віталій Вікторович Мартиненко, Віталій Анатолійович Юхно, Володимир Євгенович Сула</i>	
<u>Холодильні машини у польових умовах</u>	430
<i>Павло Якович Бондаренко, Віталій Вікторович Мартиненко, Віталій Анатолійович Юхно, Володимир Євгенович Сула</i>	
<u>Дослідження експлуатаційних факторів, що впливають на трансмісію бойового вертольота</u>	434
<i>Вячеслав Павлович Андрєєв, Олександр Анатолійович Круць</i>	
<u>Дослідження шляхів удосконалення елементів газових комунікацій спеціального обладнання УГЗС.МА-131 для покращення технічних характеристик станції</u>	437
<i>Михайло Петрович Долінський, Станіслав Ігорович Скрипач</i>	
<u>Вдосконалення експлуатаційних властивостей та характеристик компресора високого тиску двигуна РД-33-2С</u>	440
<i>Сергій Анатолійович Плешкунов, Іван Михайлович Калюжний</i>	
<u>Розробка прогнозних методів для планування профілактичних заходів проти корозії алюмінієвих деталей конструкції повітряних суден</u>	442
<i>Олег Борисович Анінко, Микита Олегович Саввов</i>	
<u>Вибір шляхів модернізації приводу спеціального обладнання існуючих засобів аеродромно-технічного обслуговування повітряних суден</u>	444
<i>Павло Вікторович Мовчан, Данило Юрійович Картовецький</i>	
<u>Розробка заходів щодо підвищення надійності планера літака-винищувача МіГ-29</u>	447
<i>Сергій Анатолійович Плешкунов, Кіріл Андрійович Радченко</i>	
<u>Оцінка циклового коефіцієнта корисної дії моторно-трансмісійних установок автомобілів</u>	449
<i>Михайло Абович Подригало, Сергій Анатолійович Вахнюк</i>	
<u>Ремонт і обслуговування композиційних елементів планеру літака МіГ-29</u>	452
<i>Олександр Олександрович Калина, Микита Миколайович Попов, Дмитро Володимирович Сніжко</i>	
<u>Шляхи забезпечення надійності нагнітальних насосів системи мащення двигуна 5ТДФ ремонтно-технологічними методами</u>	454
<i>Олександр Михайлович Лосіков, Віктор Кононович Сидоренко</i>	

<u>Використання магнітно-імпульсної обробки для підвищення стійкості деталей механізмів в військовій техніці</u>	<u>457</u>
<i>Роман Євгенович Врублевський</i>	
<u>Підвищення оперативної готовності військової техніки з двигунами внутрішнього згорання шляхом модернізації систем збереження теплового стану</u>	<u>460</u>
<i>Ігор Валерійович Грицук, Дмитро Сергійович Погорлецький, Ігор Валентинович Худяков</i>	
<u>Дослідження методики випробування повітряних суден на льотно-випробувальній станції</u>	<u>464</u>
<i>Олександр Анатолійович Круць, Віталій Олексійович Бурденюк</i>	
<u>Визначення часу поповнення ЗІР доставки ресурсів на основні дослідження полу-маркованої моделі технічного обслуговування в логістичному ланцюгу експлуатації повітряного судна</u>	<u>466</u>
<i>Максим Юрійович Рог, Олег Борисович Олег</i>	
<u>Дослідження можливості використання інформації бортових реєстраторів польотних даних для прогнозування зміни стану безпеки польотів транспортних літаків</u>	<u>468</u>
<i>Олег Миколайович Олійник, Максим Ігорович Свиріпа</i>	
<u>Діагностика технічного стану авіаційних акумуляторних батарей</u>	<u>470</u>
<i>Діана Володимирівна Нестерова, Юлія Олегівна Миронюк, Юрій Вікторович Георгієв</i>	
<u>Дослідження напрямків покращення паливної ефективності транспортного літака</u>	<u>473</u>
<i>Олександр Анатолійович Круць, Вадим Олександрович Погорелов</i>	
<u>Модернізація військово-транспортного літака Іл-76МД шляхом дослідження можливості заміни двигунів</u>	<u>475</u>
<i>Денис Юрійович Толстіков, Валерій Іванович Лавренко</i>	
<u>Розробка заходів щодо підвищення надійності фюзеляжу вертольоту Ми-8 при грубій посадці</u>	<u>477</u>
<i>Сергій Анатолійович Плешкунов, Вадим Володимирович Попов</i>	
<u>Дослідження закономірності змін температури вихідних газів ГТД для прогнозування змін показників паливної економності літака МіГ-29</u>	<u>479</u>
<i>Владислав Вікторович Погребний, Олег Борисович Аніпко</i>	
<u>Шляхи удосконалення методики розрахунку вартості витрат на утримання озброєння та військової техніки в умовах дії правового режиму воєнного стану</u>	<u>481</u>
<i>Віктор Павлович Косенко, Віроніка Валеріївна Калачова, Олег Миколайович Місюра, Наталія Євгенівна Сальна, Ігор Вячеславович Кірієнко</i>	

<u>Практичні рекомендації щодо вдосконалення системи діагностування автомобільної техніки органів</u>	<u>484</u>
<u>Держприкордонслужби при впровадженні адаптивної системи їх технічного обслуговування та ремонту</u> <i>Віктор Миколайович Чмир</i>	
<u>Дослідження особливостей ремонту системи кондиціонування повітряних суден</u>	<u>488</u>
<i>Олександр Анатолійович Круць, Максим Валентинович Бельфер</i>	
<u>Обґрунтування пропозицій щодо удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту зразків бронетанкового озброєння та техніки</u>	<u>491</u>
<i>Володимир Вікторович Кот, Сергій Вікторович Герасимов</i>	

І. М. Трофимов, О. С. Маляренко, І. О. Дворніченко, Є. А. Сметана

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО КОМПЛЕКСНОГО ЗАХИСТУ ЗАСОБІВ РАДІОЛОКАЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ВІД ШИРОКОГО СПЕКТРУ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

***Анотація.** Проведено аналіз спроможностей збройних сил російської федерації з розвідки та ураження засобів радіолокації радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. Розглянуті організаційні та технічні заходи захисту засобів радіолокації. Наведені приклади створення фортифікаційних споруд для захисту озброєння та військової техніки від ракетних ударів та ударних безпілотних літальних апаратів. Розроблені пропозиції щодо комплексного захисту засобів радіолокації радіотехнічних військ від широкого спектру засобів ураження.*

***Ключові слова:** засоби радіолокації, засоби ураження, радіотехнічні війська, російсько-українська війна, ударні безпілотні літальні апарати.*

***Abstract.** The paper analyses the capabilities of the armed forces of Russian Federation to reconnaissance and destroy radar equipment of the radio engineering troops of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. The organizational and technical measures to protect radar equipment are considered. Examples of the creation of fortifications to protect weapons and military equipment from missile attacks and strikes by unmanned aerial vehicles are given. Proposals for the comprehensive protection of radar equipment of radio engineering troops from a wide range of destruction means have been developed.*

***Keywords:** radar equipment, means of destruction, radio engineering troops, Russian-Ukrainian war, striking unmanned aerial vehicles.*

Своєчасне виявлення та надійне супроводження засобів повітряного нападу (ЗПН) є умовою забезпечення прикриття військ (сил) та об'єктів критичної інфраструктури. Основу системи контролю повітряного простору складають радіолокаційні засоби радіотехнічних військ (РТВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України. Тому для забезпечення прихованості дій ЗПН та прокладання безпечних маршрутів до об'єктів ураження збройні сили російської федерації (РФ) зосереджують зусилля на знищенні радіолокаційних станцій (РЛС), засобів управління, зв'язку та іншого озброєння та військової техніки (ОВТ) радіотехнічних підрозділів. Нанесенню ударів противником передують розвідка позицій і окремих засобів ОВТ, для чого застосовуються безпілотні літальні апарати (БПЛА) різних типів (наприклад, "Орлан-10", "Supercam", "Zala") [1].

За часи широкомасштабного вторгнення противник постійно вдосконалює засоби розвідки. Підвищує якість оптичних приладів спостереження, що дозволяє збільшити висоту польоту і захистити БПЛА від ураження стрілецькою зброєю на маршруті польоту. Змінює частоти телеметрії, що дозволяє виконувати завдання в умовах дії засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), покращує захист від перешкод системі навігації та керування розвідувальними системами, що значно зменшує час від появи БПЛА поблизу об'єктів розвідки до нанесення по ним ударів. З метою успішного виконання завдань у нічний час доби розвідувальні БПЛА оснащуються тепловізорами [2].

Протягом усього часу широкомасштабної війни противник постійно змінює та поширює тактичні прийоми застосування розвідувальних БПЛА, а саме:

- цілеспрямований політ і повітряна розвідка засобів радіолокації, попередньо виявлених іншими видами розвідки;
- баражування в районі можливого розгортання радіотехнічного підрозділу (підрозділів);
- дорозвідка раніше розвіданих об'єктів перед безпосереднім застосування засобів ураження;
- контроль результатів удару і корегування повторних ударів;
- супроводження польоту ударних БПЛА до об'єкта ураження з метою забезпечення наведення на кінцевій ділянці маршруту і оцінювання результатів удару;

– здійснення поряд з розвідувальними діями скидання осколково-фугасного боєприпасу.

З метою знищення засобів радіолокації підрозділів РТВ ПС ЗС України противник активно застосовує широкий спектр засобів ураження. Вибір типу засобів ураження залежить від наступних факторів: дальність розташування засобів радіолокації від лінії розмежування, тип РЛС, місце розташування підрозділу та покладені на нього бойові задачі. З початку широкомасштабного вторгнення російської федерації на територію України і по цей час противник використовує по засобам радіолокації РТВ такі засоби ураження: реактивні системи залпового вогню (“Град”, “Смерч”, “Ураган”), ударні БпЛА (“Куб”, “Лансет”, “Shahed-131/136”), протирадіолокаційні ракети (Х-25МПУ, Х-31П, Х-58У), керовані авіаційні ракети класу “повітря-поверхня” типу Х-59/Х-69, протикорабельні ракети типу Х-35/Х-35У, П-800 “Оникс” [1, 3-4].

Звідси виникає необхідність комплексного захисту засобів радіолокації РТВ від широкого спектру засобів ураження збройних сил російської федерації, оснований на сукупності заходів:

- періодична зміна позицій РЛС (радіотехнічних підрозділів);
- маскуванню позицій підрозділів РТВ для зменшення імовірності виявлення позицій РЛС оптичними (оптоелектронними) засобами розвідки противника;
- застосування виносних імітаторів РЛС [5];
- застосування хибних позицій, на яких розміщуються кутові відбивачі та макети – імітатори РЛС та іншого ОВТ, які добре відбивають електромагнітну енергію, та такі, що випромінюють сигнали радіолокаційного діапазону [6];
- забезпечення підрозділів РТВ розвідувальними пеленгаторами та засобами радіоелектронного подавлення систем навігації ударних БпЛА [7];
- використання мобільних РЛС з часом згортання/розгортання (5-10) хв.

Достатньо ефективним шляхом захисту від ракетних ударів та ударних БпЛА для підрозділів РТВ є інженерне обладнання позицій. Фортифікаційне обладнання позицій підрозділів РТВ здійснюється своїми силами з використанням засобів табельного інженерного майна та місцевих і підручних матеріалів. На сьогодні широко використовуються декілька можливих варіантів захисту ОВТ РТВ від засобів ураження противника або їх поєднання. Перший варіант – це використання захисних властивостей елементів місцевості та підручних засобів, що дає змогу у найкоротший час здійснити укриття та маскуванню ОВТ РТВ. Другий варіант захисту – це обвалування техніки за допомогою матеріалів природного та штучного характеру або виготовлення протиосколкових екранів, що дає змогу здійснити захист ОВТ РТВ від впливу вражаючих елементів засобів ураження противника. Третій варіант захисту – це облаштування укриття котлованного типу на одну або дві машини.

Найбільш дієвим заходом щодо протидії ударним БпЛА та керованим ракетами авіаційних, наземних і морських ракетних комплексів є своєчасне їх виявлення та знищення вогневими засобами протиповітряної оборони, мобільними вогневими групами, засобами безпосереднього прикриття позицій.

Таким чином, комплексний захист засобів радіолокації РТВ ПС ЗС України повинен бути багатоплановим, ефективним та економічно обґрунтованим. Це в свою чергу передбачає комплекс заходів, які спрямовані на своєчасне виявлення засобів розвідки та ураження (отримання інформації від підрозділів військової розвідки щодо польоту ЗПН у напрямку підрозділу), створення заходів щодо маскуванню підрозділу від усіх видів розвідки (створення хибних позицій), використання засобів радіоелектронної боротьби, створення захисних фортифікаційних споруд, застосування засобів безпосереднього прикриття.

Список використаних джерел

1. Олексенко О. О., Авраменко О. В., Федоров А. В., Сніцаренко В. В., Чернавїна О. Є. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами Російської Федерації у війні проти України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4(49). С. 37-42. <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.49.05>.

2. У РФ заявили, що тепер застосовувати “Лансет” можуть і вночі : веб-сайт. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/u-rf-zayavyly-shho-teper-zastosovuvaty-lantset-mozhut-i-vnochi/> (дата звернення: 04.10.2024).

3. Кучеренко Ю. Ф., Власік С. М., Беспалько О. В., Сальник О. В. Аналіз застосування безпілотних літальних апаратів при веденні сучасних війн та основні заходи щодо боротьби з ними. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2023. № 2(51). С. 38-45. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.51.05>.

4. Корсунов С. І., Бречка М. М., Лезік О. В., Оборонов М. І., Орехов С. В., Стадніченко В. Г. Аналіз застосування аеродинамічних засобів повітряного нападу збройних сил Російської Федерації під час російсько-української війни. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2024. № 4 (53). С. 12-24. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.53.02>.

5. Трофимов І. М., Зюкін В. Ф., Гурєєв І. В., Гурін І. О., Дзигора О. М. Захист РЛС від високоточної зброї шляхом використання відволікаючих джерел електромагнітного випромінювання. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 3(44). С. 116-123. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.13>.

6. Командувач Повітряних сил розповів про використання макетів для “пасивної оборони” від ударів РФ : веб-сайт. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-povitriani-syly-makety-pasyvna-oborona/33024543.html> (дата звернення: 07.10.2024).

7. Лещенко С. П., Адаменко А. А., Лупандін В. А., Мегельбей Г. В. Система інформаційного забезпечення протидії безпілотним літальним апаратам противника при комплексному застосуванні засобів радіоелектронної боротьби. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2022. № 3(73) С. 31-37. <https://doi.org/10.30748/zhups.2022.73.05>.

Трофимов Іван Миколайович – канд. техн. наук, старший дослідник, професор кафедри тактики радіотехнічних військ, e-mail: tininterpreter@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7080-909X>

Маляренко Олександр Сергійович – канд. техн. наук, с.н.с, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, e-mail: a_mal@meta.ua Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3268-3803>

Дворніченко Ігор Олександрович – начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, e-mail: dvrn19@duck.com Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID <https://orcid.org/0009-0004-8392-0394>

Сметана Євген Анатолійович – старший науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, e-mail: geKa07271979@gmail.com Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3268-3803>

Ivan Trofymov – philosophy doctor in engineering, senior researcher, professor of department of tactics of radio engineering troops, e-mail: tininterpreter@ukr.net Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7080-909X>

Oleksandr Maliarenko – philosophy doctor in engineering, senior researcher, leading researcher of scientific research department of Air Force science center, e-mail: a_mal@meta.ua Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3268-3803>

Ihor Dvornichenko – head of scientific research department of Air Force science center, e-mail: dvrn19@duck.com Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID <https://orcid.org/0009-0004-8392-0394>

Yevhen Smetana – senior researcher of scientific research department of Air Force science center, e-mail: geKa07271979@gmail.com Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3268-3803>

В. Й. Климченко, В. О. Тютюнник, М. Р. Арасланов, К. А. Тах'ян
ВИБІР ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ РЛС ВИЯВЛЕННЯ ТА
СУПРОВОДЖЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

***Анотація:** обґрунтовано основні технічні рішення, які можуть бути реалізованими в спеціалізованих радіолокаційних станціях виявлення гіперзвукових літальних апаратів. Визначено доцільні способи огляду простору та необхідний енергетичний потенціал.*

***Ключові слова:** гіперзвукові літальні апарати радіолокаційна станція, технічні рішення, зона виявлення, енергетичний потенціал.*

***Annotation:** The main technical solutions that can be implemented in specialized radar stations for the detection of hypersonic aircraft are substantiated. Expedient methods of surveying the space and the necessary energy potential have been determined.*

***Keywords:** hypersonic aircraft, radar station, technical solutions, detection zone, energy potential.*

Гіперзвукові літальні апарати (ГЗЛА), як засоби повітряно-космічного нападу, набувають все більшого і більшого поширення в арміях провідних країн світу [1], що висуває до систем протиповітряної оборони нові вимоги та завдання. Для успішного протистояння таким специфічним засобам повітряного нападу необхідне виявлення їх на максимально можливих дальностях з метою своєчасної видачі оповіщення відповідним органам управління держави та цілевказання вогневим засобам враження. Існуючі на озброєнні радіотехнічних військ (РТВ) оглядові радіолокаційні станції (РЛС) розроблялись як засоби виявлення та супроводження дозвукових і надзвукових літальних апаратів на висотах польоту до 30...40 км і не можуть в повному обсязі вирішувати означені завдання щодо ГЗЛА [2].

Як об'єкти радіолокаційної розвідки, ГЗЛА мають наступні особливості:

– ГЗЛА здійснюють політ в розріджених шарах атмосфери на висотах 20...80 км зі швидкістю (5...10)М;

– для ГЗЛА характерним є мале значення ефективної площі розсіювання (ЕПР), завдяки невеликим розмірам і використанню технологій Stealth;

– наявність навколо ГЗЛА плазмового кокону під час польоту на висотах нижче 80 км.

Цілком очевидно, що означені особливості мають бути враховані при виборі основних технічних рішень, які можуть бути втілені в РЛС виявлення і супроводження ГЗЛА.

Характеристики РЛС в основному визначаються характеристиками її антенної системи і високочастотної приймально-передавальної частини (особливостями побудови антени, пристроїв формування, випромінювання, прийому та оброблення сигналів). Найбільш значущими конструктивно-технічними параметрами, які визначають зовнішність РЛС, є діапазон хвиль, середня потужність випромінюваного антеною сигналу і площа розкриву антени [3].

Під час формування основних вимог до РЛС та вибору технічних рішень необхідно враховувати можливості сучасної елементної бази та сучасних технологій в області радіоелектроніки.

З урахуванням специфічних властивостей ГЗЛА, як об'єктів радіолокації, та можливостей реалізації вимог до основних тактико-технічних характеристик (ТТХ) РЛС доцільним є вибір дециметрового діапазону хвиль ($\lambda=23$ см).

При визначенні потрібної форми зони у горизонтальній площині необхідно виходити з того, що ГЗЛА мають обмежені маневрені можливості та можуть діяти тільки з певних напрямків. Через це постійно здійснювати круговий огляд немає потреби. Досить визначити сектор огляду шириною 90° з можливістю встановлення бісектриси сектору в будь-якому напрямку β_n . Отже, огляд простору у горизонтальній площині має здійснюватися в секторі $\beta_n - 45^\circ \leq \beta \leq \beta_n + 45^\circ$.

Під час визначення потрібної форми зони у вертикальній площині необхідно враховувати, що ГЗЛА здатні здійснювати політ на висотах до 80 км зі швидкістю до 15 М. Але більшість з них здійснюють політ на висотах 20...40 км. Це означає, що у разі виявлення їх на дальності

радіогоризонту, який для зазначених висот польоту становить 600...800 км, підлітний час до місця розташування РЛС буде становити не більше 5 хв. Отже, РЛС повинна виявляти ГЗЛА на дальностях не менше, ніж дальність радіогоризонту для найбільш імовірних висот їхнього польоту.

Ідеальна форма зони огляду у вертикальній площині наведена на рис. 1. Вона має дві характерні ділянки: ізодальнісну і ізовисотну (секансну).

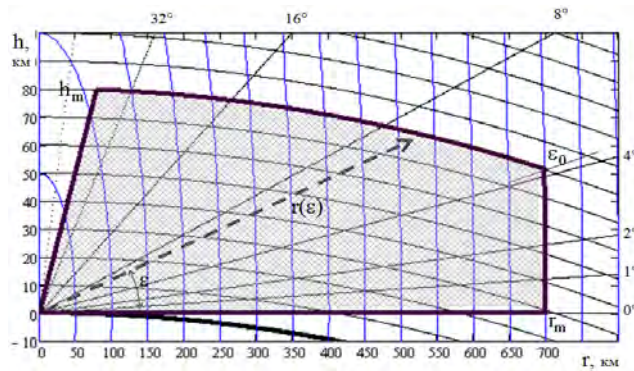


Рисунок 1. Ідеалізована форма зони огляду простору в РЛС виявлення ГЗЛА.

Функціональна залежність дальності виявлення цілей $r(\epsilon)$ від кута місця на різних ділянках визначається співвідношенням:

$$F(\beta, \epsilon) = \begin{cases} 1, & (0^\circ \leq \epsilon \leq \epsilon_0) \wedge (\beta_H - 45^\circ \leq \beta \leq \beta_H + 45^\circ); \\ \frac{\cos\left(\epsilon + \arcsin\left(\frac{R_{3e} \cos \epsilon}{R_{3e} + h_m}\right)\right) \cdot \text{sc}(\epsilon)}{\cos\left(\epsilon_0 + \arcsin\left(\frac{R_{3e} \cos \epsilon_0}{R_{3e} + h_m}\right)\right) \cdot \text{sc}(\epsilon_0)}, & (\epsilon_0 < \epsilon \leq 45^\circ) \wedge \\ & (\beta_H - 45^\circ \leq \beta \leq \beta_H + 45^\circ) \\ 0, & (\epsilon < 0^\circ \vee \epsilon > 45^\circ) \vee (\beta < \beta_H - 45^\circ \vee \beta > \beta_H + 45^\circ). \end{cases}$$

Зоною виявлення (ЗВ) цілей є область простору, в межах якої виявлення цілі із заданою ЕПР здійснюється РЛС в кожному огляді з імовірністю не менш заданої P_e при рівні хибних тривог не більше заданого значення F_{xm} . За оптимального розподілу у просторі випромінюваної РЛС енергії форма зони виявлення цілей має повторювати форму зони огляду простору.

Максимальна дальність виявлення цілей із заданою ЕПР радіолокаційною станцією визначається її енергетичним потенціалом, який поєднує в собі основні технічні параметри передавальної, приймальної та антенної систем і має розмірність $\text{Вт} \cdot \text{м}^2$. Необхідний потенціал РЛС для виявлення ГЗЛА з ЕПР $\sigma_y = 0,1 \text{ м}^2$ в межах зони з $r_m \approx 700 \text{ км}$ і $h_{\max} \approx 80 \text{ км}$ становить $E = 14 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$.

Аналіз можливих способів огляду простору, які використовуються в оглядовій радіолокації, доводить, що в такому специфічному засобі радіолокації, як РЛС виявлення та супроводження ГЗЛА, найбільш доцільним способом огляду простору є використання послідовно-паралельного огляду зі скануванням передавального променя у вертикальній площині.

На рис. 2 наведені ідеалізована форма ДСА приймальних антен і реальна ДСА передавальної антен. Для збереження форми зони виявлення такою, якою є ДСА приймальних антен, необхідно, щоб енергія, яку випромінює передавальна антена, змінювалась з кутом місця ϵ так само, як і ДСА приймальних антен. Така зміна можлива або за рахунок регулювання потужності передавального пристрою залежно від ϵ , або за рахунок регулювання швидкості сканування передавального променя, або з використанням обох чинників.

Висновки.

1. Найбільш важливими конструктивно-технічними рішеннями, які визначають обрис РЛС, є діапазон хвиль, енергетичний потенціал РЛС і способи огляду простору.

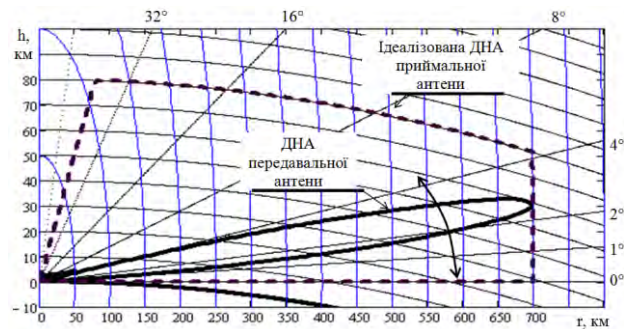


Рисунок 2. До пояснення формування зони виявлення цілей в РЛС виявлення ГЗЛА.

2. З урахування специфічних особливостей виявлення та супроводження ГЗЛА і з міркувань можливостей реалізації вимог до основних ТТХ РЛС переваги слід надавати дециметровому діапазону хвиль.

3. Для виявлення ГЗЛА з ЕПР $\sigma_{\text{ц}} = 0,1 \text{ м}^2$ на дальності 700 км на висотах польоту до 80 км енергетичний потенціал РЛС має становити не менше, ніж $14 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$.

4. Найбільш доцільним способом огляду простору радіолокаційною станцією виявлення і супроводження ГЗЛА є послідовно-паралельний огляд зі скануванням передавального променя у вертикальній площині.

Список використаних джерел:

1. Карачун В. В. Гиперзвуковой прорыв: перспективы и проблемы // В. В. Карачун, В. Н. Мельник, М. Ф. Калинина / Космічна наука і технологія. 2013. Т. 19. № 2. С. 63–73.

2. Климченко В.Й. Особливості радіолокаційної розвідки гіперзвукових літальних апаратів / В.Й. Климченко, В.О. Тютюнник, К.А. Тах'ян, Г.В. Рибалка // Системи озброєння і військова техніка. Науковий журнал.– №2(72) 2022– Х.: ХНУПС. – С. 41–46.

3. Друзин С.В., Горевич Б.Н. Методика формирования облика радиолокационных станций перспективной системы вооружения войсковой ПВО. Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2020;(2):6-31. <https://doi.org/10.38013/2542-0542-2020-2-6-31>.

Климченко Василь Йонович – кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник наукового центру, e-mail: vasklim@i.ua Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3999-8130>

Харківський національний університет Повітряних вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Тютюнник Владислав Олександрович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу, e-mail: tvlad1970@gmail.com Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, м. Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7766-3246>

Харківський національний університет Повітряних вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Арасланов Михайло Рімович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру, e-mail: armiri@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8911-0470>

Харківський національний університет Повітряних вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Тах'ян Кристина Альбертівна – науковий співробітник науково-дослідного відділу, e-mail: tadi27@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0087-9601>

Харківський національний університет Повітряних вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Vasyl Klimchenko – Philosophy Doctor in Engineering Associate Professor Leading Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine <https://orcid.org/0000-0003-3999-8130>, vasklim@i.ua

Vladyslav Tiutiunnyk – Philosophy Doctor in Engineering Senior Researcher Head of Scientific Research Department Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-7766-3246>, tvlad1970@gmail.com

Mikhail Araslanov Philosophy Doctor in Engineering Senior Research Lead Research Associate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine <https://orcid.org/0000-0002-8911-0470>, armiri@ukr.net

Kristina Tahyan – Senior Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0087-9601>, madi27@ukr.net

А. Г. Стаднік, І. В. Віщун

ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ У ТАКТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ

Анотація: досліджено використання БпЛа в сучасних умовах, для збереження людського ресурсу.

Ключові слова: дрони, БПЛА, тактична медицина, медична допомога, військові, війна, екстремальні умови

Annotation: The use of BpLa in modern conditions to preserve human resources has been studied.

Keywords: Drones, UAVs, tactical medicine, medical aid, military, war, extreme conditions

Актуальність використання дронів у тактичній медицині надзвичайно висока і продовжує зростати з огляду на сучасні виклики, що постають перед військовими та рятувальними операціями. Ось ключові аспекти, які підкреслюють актуальність цієї інновації: 1) Дрони стали важливою частиною сучасної тактичної медицини, оскільки вони можуть оперативно доставляти життєво важливі медичні засоби та обладнання безпосередньо до зони бойових дій чи в важкодоступні райони. 2) БПЛА все частіше використовуються для транспортування джгутів, гемостатичних засобів, крові, медикаментів та інших необхідних ресурсів, значно прискорюючи процес надання допомоги та зберігаючи людський ресурс, який в наш час дуже важливий. 3) Досліджування використання дронів у тактичній медицині поступово зростає і набуває значної уваги в наукових та військових колах. Це пов'язано з широкими можливостями, які пропонують дрони для покращення якості медичної допомоги у бойових та екстремальних умовах. Військові та наукові установи активно тестують їх у реальних умовах, зокрема під час військових навчань і в гуманітарних місіях. Це включає експерименти щодо доставки крові, медикаментів та медичних приладів у зони бойових дій чи важкодоступні райони. Інсценують різні сценарії використання у бойових умовах для швидкої доставки медичних засобів під вогнем чи в зонах, де неможливо застосувати традиційний транспорт. З кожним днем зростає кількість наукових статей, присвячених аналізу можливостей БПЛА у тактичній медицині. Вони досліджують питання оптимізації логістики, ефективності у порівнянні з іншими методами доставки, а також виклики, пов'язані з безпекою та надійністю їх використання. Військові академії, університети та дослідницькі інститути у сфері медицини та технологій активно вивчають застосування безпілотників для медичних потреб. В наш складний час досліджування використання дронів у тактичній медицині вже досягло значного рівня, але залишається багато невирішених питань та перспектив для розвитку. Подальші дослідження в цій сфері допоможуть краще інтегрувати дрони в медичні та військові системи, забезпечуючи швидшу та ефективнішу медичну допомогу в критичних ситуаціях.

В наш час метою моєї роботи є вивчення можливості використання БПЛА для полегшення надання екстреної медичної допомоги в зоні бойових дій. Висвітлити варіанти їх використання в рятувальних операціях на прикладах світового масштабу. Було проаналізовано нормативно-правові документи та наукові матеріали українських та зарубіжних медичних фахівців. У своїй доповіді використовувала аналітичний метод дослідження.

Сутність дослідження використання дронів у тактичній медицині полягає у вивченні можливостей, ефективності та обмежень у наданні медичної допомоги в умовах бойових дій чи інших екстремальних ситуацій. Основною метою таких досліджень є оптимізація використання дронів для доставки медичних матеріалів, моніторингу стану поранених, а також сприяння рятувальним операціям, зменшуючи ризики для людського персоналу. Зараз активно вивчаються різні класи безпілотників, від малих дронів для коротких місій до великих апаратів, які можуть транспортувати значні вантажі, включаючи медичне обладнання. Вивчається здатність дронів перевозити медичні засоби (аптечки, кров, медикаменти), забезпечувати безперервний моніторинг поранених за допомогою біометричних датчиків і передавати інформацію в реальному часі медичним командам.

Одним з головних аспектів дослідження є вимірювання того, наскільки дрони можуть пришвидшити доставку медичних матеріалів порівняно з традиційними методами транспортування. Це включає в себе час, необхідний для дрона, щоб доставити медичні засоби до місця події, у порівнянні з автомобілями, гелікоптерами чи наземними медичними командами. Вивчається, наскільки дрони можуть ефективно працювати в умовах, де немає можливості використовувати традиційний транспорт (гірські райони, зони після обстрілів, місцевості з обмеженим доступом). У дослідженнях також розглядається здатність дронів виконувати місії без втручання оператора. Це включає використання штучного інтелекту для планування маршрутів, автоматичного уникнення перешкод та навіть автоматичної посадки в точці доставки. Важливою частиною досліджень є тестування точності навігації, особливо в умовах низької видимості або в електромагнітно-перешкодженому середовищі, де дрони можуть працювати в автономному режимі. Дрони можуть працювати в бойових умовах, де існує ризик бути збитими або порушеними через електронні перешкоди. Дослідження зосереджуються на розробці технологій, що підвищують стійкість дронів до зовнішніх загроз, таких як радіоелектронна боротьба (РЕБ).

Відгепер БПЛА можуть оснащуватися камерами та сенсорами, які дозволяють медичним працівникам віддалено спостерігати за станом поранених. Досліджується, як ці дані можна використовувати для прийняття рішень на відстані, зокрема для надання первинних рекомендацій або координації дій. Важливим напрямком є дослідження можливостей використання дронів для моніторингу біометричних показників (пульс, дихання, температура тіла) та негайної передачі цих даних на медичні пункти для аналізу та реагування. Відповідно кращого результату можна досягнути за допомогою медичних безпілотних літальних апаратів, наприклад таких як : Zipline, DJI, DHL, TUDelft, Flirtey, Embention, Matternet, Vayu та EHang - одні з найбільших компаній, що надають медичні послуги, використовуючи БПЛА.

Висновки

Зважаючи на сучасні зміни, використання дронів у тактичній медицині відкриває нові горизонти у наданні медичної допомоги в екстремальних умовах. Це технологічне нововведення має суттєві переваги, які можуть кардинально змінити підходи до лікування та рятування життів під час бойових дій або природних катастроф. У майбутньому використання дронів у тактичній медицині має великі перспективи. Продовження досліджень і розробок у цій сфері призведе до підвищення ефективності та безпеки медичних операцій, а також до інтеграції новітніх технологій у систему охорони здоров'я. Усе це може суттєво покращити якість надання медичної допомоги у критичних ситуаціях, рятуючи життя та знижуючи ризики для медичних працівників. Таким чином, дрони стають важливим елементом тактичної медицини, їхнє використання не лише сприяє швидшій допомозі, але й відкриває нові можливості для вдосконалення медичних процедур у зонах бойових дій.

Список використаних джерел:

- 1) Baird, M. R. (2020). "Unmanned Aerial Vehicles in Emergency Medical Services: A Review of Current Applications and Future Directions." <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7479004/>
- 2) ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ У МАЙБУТНЬОМУ [HTTPS://BRAIN.COM.UA/UKR/BRAIN GUIDE/DRONI-SFERI-ZASTOSUVANNYA-ZARAZ-I-V-MAYBUTNOMU/?SRSLTID=AFMBOOPXR9ESPKZ3L7UQRA6GWUHF3-Y9TQKCRBPYJZLFFZTLKIVSUTG](https://brain.com.ua/ukr/brain_guide/droni-sferi-zastosuvannya-zaraz-i-v-maybutnomu/?srsltid=AFMBOOPXR9ESPKZ3L7UQRA6GWUHF3-Y9TQKCRBPYJZLFFZTLKIVSUTG)
- 3) МЕДИЧНІ ДРОНИ — ІННОВАЦІЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ МЕДИЦИНИ КАТАСТРОФ <https://surgical-school.com.ua/index.php/journal/article/view/236>
- 4) Wong, K. et al. (2019). "The Role of Drones in Delivering Emergency Medical Supplies: A Systematic Review." <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6900360/>

- 5) Boeing, R. J., & Dobbs, K. (2021). "The Future of Drone Technology in Tactical Medicine." <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8262137/>
- 6) Murray, A. (2021). "Drones in Emergency Medicine: Potential Benefits and Challenges." <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0735675719302928>
- 7) Konert, A., Smereka, J., & Szarpak, L. (2019). The use of drones in emergency medicine: practical and legal aspects. Emergency medicine international, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/3589792>

Стаднік Анна Григорівна, громадянка кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail:stadnikanna2909@gmail.com

Віщун Ігор Вячеславович, викладач Кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: viv@vntu.edu.ua

Stadnik Anna Hryhorivna, a citizen of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stadnikanna2909@gmail.com

Vishchun Igor Vyacheslavovich, Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: viv@vntu.edu.ua

О. О. Клімішен, А. О. Красноруцький

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ ДО СКЛАДУ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ СУЧАСНИХ ГЕЛІКОПТЕРІВ

Анотація: в даній тезі наведено сучасні тенденції щодо застосування систем технічного зору, які призвані підвищити якість та ефективність проведення різноманітних повітряних операцій сучасними гелікоптерами як іноземного так й вітчизняного виробництва.

Ключові слова: система технічного зору; бортове обладнання; гелікоптер; повітряні операції; оптико-електронні та інфрачервоні системи спостереження.

Abstract: This thesis presents modern trends in the use of technical vision systems, which are designed to improve the quality and efficiency of various air operations by modern helicopters of both foreign and domestic production.

Keywords: technical vision system; on-board equipment; helicopter; air operations; optical-electronic and infrared surveillance systems.

Якість та ефективність проведення повітряних операцій сучасними зразками вертолітної техніки значно залежить від технічних засобів спостереження та розвідки, що встановлюються на їх борту, тому виникає необхідність в оцінці різноманітних технічних рішень стосовно можливих варіантів зазначених засобів спостереження, а також в оцінці можливостей бортових засобів зв'язку та телекомунікації стосовно передачі даних з пристроїв та систем спостереження на наземні пункти управління (ПУ) або координаційні центри.

Для сучасних гелікоптерів розробляються різноманітні підходи стосовно впровадження систем технічного зору (СТЗ) до складу бортового обладнання. Одночасно з тим, виникає необхідність у розробці загальної архітектури програмного забезпечення для реалізації системи, а також описання об'єкту автоматизації і типової задачі для технічного зору та повстає питання збільшення пропускну здатності сенсорних телекомунікаційних мереж.

У світі значна увага приділяється розробці та впровадженню різноманітних систем технічного зору, для передачі даних з яких необхідно застосовувати надійні системи сталого зв'язку, в першу чергу – короткі хвили, у другу – супутниковий зв'язок. Переважно це стосується гелікоптерів поліцейських авіаційних формувань та гелікоптерів прикордонної служби, для яких рятувальні операції є лише часткою від загального комплексу завдань, насамперед це спостереження за магістралями, узбережжям та лісовими масивами для запобігання незаконної міграції, оборту наркотиків та інших злочинних дій [1]. На борту вітчизняних вертольотів, що залучаються до пошуково-рятувальних робіт у якості пошуково-рятувальних повітряних суден (ПРПС) у якості технічних засобів за допомогою яких відбувається пошук потерпілих використовуються переважно радіотехнічні засоби, іноді тепловізійні. Для передачі даних на ПУ рятувальною операцією або у координаційний центр використовується радіостанція УКХ діапазону. Крім того, з [1, 2] слідує, що вертольоти, що залучаються у якості ПРПС, відносяться до класу середніх транспортних вертольотів. В інших державах світу, для виконання подібних завдань часто використовуються легкі гелікоптери. Також існують пропозиції стосовно залучення для пошуково-рятувальних операцій БПЛА та легких вертольотів типу Ми-2МСБ із спеціальним пошуковим обладнанням, що містить у собі СТЗ [1]. Згідно [3] збільшення радіусу пошуку можливо здійснити за рахунок нової системи повітряного спостереження, що працює за межами прямої відомості (BVLOS) з використанням проміжного “ретрансляційного БПЛА” для забезпечення безперервного зв'язку між наземною станцією та пошуковим БПЛА.

Завдяки реалізації відповідних СТЗ на ударних гелікоптерах значно покращується якість виконання польотних завдань. Як відомо з [4] компанія Boeing створює модернізований варіант ударного вертольота AH-64D Block III. Зазначена модифікація отримала можливість керувати польотами, забезпечувати передачу відео потоку та супровідних метаданих в реальному часі від чотирьох типів безпілотних ЛА (Hunter, Raven, Reaper та Shadow B), що також підвищило бойові можливості вертольота. Всі зміни передбачається внести на основі випробуваних технологій: OSRVT MUMT-2 і VUIT-2. Рівень сумісності LOI-4 дає можливість перегляду відео

з камери БПЛА, контролювати його корисне навантаження, надавати певний вплив на траєкторію польоту БПЛА в певних ситуаціях. Передбачуваний остаточний ступінь - рівень 5 (LOI-5), після чого Apache буде мати повний контроль БПЛА на всіх етапах польоту, включаючи зліт і посадку. Оновлення включають окрім покращеного радару управління вогнем (FCR) процесор для виявлення цілей, систему тактичного управління передачею даних (TCDL), датчик метеорологічних умов (IMC), пункт управління БПЛА.

Гелікоптер AH-64D Apache Block III L 4 не є першим американським гелікоптером архітектури відкритої системи. Вже є гелікоптери CH-47F cargo та MH-47G Special Operations Chinooks із загальною системою архітектури (CAAS), яка може об'єднуватися із системою Apache.

Армія Сполучених Штатів оголосила про успішне завершення випробувань нової системи візуальної навігації, що дозволяє надавати пілотам точну інформацію про місцезнаходження у ситуаціях, коли сигнали GPS можуть бути недоступними. Тобто Пентагон проводить випробування нової "візуальної навігаційної технології", здатної надати пілотам точні координати у разі відмови GPS, або у випадку її придушення засобами РЕБ [5]. Дослідники авіаційного та ракетного центру DEVCOM випробовують систему візуальної навігації (Visual Based Navigation, VBN) власної розробки у Форт Юстіс (штат Вірджинія), прикріпивши камеру до днища вертольоту Black Hawk, що дозволяє отримувати зображення місцевості під час польоту. Потім отримані зображення зіставлялися з картографічною базою даних, що дозволяло системі передавати пілоту точні дані про місцезнаходження в умовах недоступності сигналів GPS.

Найважливішим елементом комплексної концепції армії США, спрямованої на забезпечення безперервного позиціонування, навігації та часу (PNT), є система технічного зору. Ця технологія дозволяє суттєво знизити навантаження на екіпажі гелікоптерів під час виконання бойових завдань [1, 6]. Вона позбавляє необхідності вручну відстежувати маршрут гелікоптеру по карті за рахунок вивчення показників рельєфу місцевості, що полегшує роботу і підвищує ефективність.

Крім того, система візуальної навігації має величезний потенціал для безпілотних польотів та розвитку повномасштабної автономності. У сценаріях використання безпілотних літальних апаратів, пов'язаних із ризиком втрати сигналу GPS, можливості VBN з визначення місця розташування стають критично важливими для забезпечення надійного та ефективного виконання завдань. Ця технологія є найважливішою резервною системою, що дозволяє різним типам літальних апаратів точно визначати своє місцеположення і виконувати поставлені завдання включаючи безпечне повернення на аеродром.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клімішен О. О., Красноручський А. О., Кочук С. Б. Застосування технологій бездротового зв'язку й технічного зору для вдосконалення авіаційних операцій пошуку та рятування. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2023. № 2 (24). С. 25–32.

2. Anatoly Gurnyk. Multi-purpose system of telecommunication networks and automation for aircraft works in search and rescue / Anatoly Gurnyk, Sergei Chumachenko, Pavel Kirchu, Stanislav Valuiskyi, Inga Uryadnikova, Oleksandr Lysenko, Andrei Semenchenko // Medzinbrodnyho vedeckého seminára Akadēmia ozbrojených síl gen. M. R. Jbtefnika «Riadenie bezpeynosti zlohitých systimov 2013». – Bratislava, Slovensko. – 18-22. februbra 2013. – С.131-137.

3. Beyond Visual Line of Sight Operations. URL: <https://sites.uw.edu/afsl/research/> (дата звернення 18.02.2023).

4. Boeing AH-64D Apache Block III Demonstrates Level IV UAS Control. URL: <https://boeing.mediaroom.com/2009-06-23-Boeing-AH-64D-Apache-Block-III-Demonstrates-Level-IV-UAS-Control> (дата звернення 28.02.2023).

5. Aviation & Missile Center tests new visual navigational technology. URL: http://www.army.mil/article/268390/aviation_missile_center_tests_new_visual_navigational_technology (дата звернення 11.09.2023)

6. Котвицький Р. С., Сарибога Г. В., Збруцький О. В. Метод визначення координат рухомого об'єкту з використанням системи технічного зору // Інформаційні системи, механіка та керування. – 2017. – №. 16. – С. 71-78.

Клімішен Олексій Олегович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kl_s_kh@ukr.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3859-1531>

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79.

Красноруцький Андрій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: krasnorycki@ukr.net.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79.

Klimishen Oleksii O. – Candidate of Technical Science, Senior Researcher, Senior Lecturer of the Department of aviation equipment for aircraft and helicopters, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: kl_s_kh@ukr.net

Krasnorutskiy Andriy O. – Candidate of Technical Science, Associate Professor, Deputy Head of the Department of aviation equipment for aircraft and helicopters, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: krasnorycki@ukr.net.

М. Г. ДОМНЕНКО, С. О. ЯЩУК

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИТАНКОВОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ
«СТУГНА-П»

Анотація: у роботі йдеться про наявну проблему застосування протитанкового ракетного комплексу «Стugna-П» та напрями його удосконалення з метою більш ефективного застосування на полі бою.

Ключові слова: протитанковий ракетний комплекс, бойові броньовані машини, танк, противник.

Annotation: the work deals with the existing problem of using the Stugna-P anti-tank missile complex and directions for its improvement in order to use it more effectively on the battlefield.

Key words: anti-tank missile system, armored combat vehicles, enemy.

Український протитанковий ракетний комплекс «Стugna-П» (далі – ПТРК) розроблений київським конструкторським бюро «Луч». Він належить до другого покоління напівавтоматичних ПТРК, із системою наведення по лазерному променю, водночас він може керувати ракетою по телевізійному каналу дистанційно із закритої позиції (спеціально підготовленого укриття). Комплекс може вести вогонь ракетами калібру 130 мм або 152 мм, які оснащені різними бойовими частинами: для ураження броньованої техніки противника – тандемним кумулятивним снарядом; для ураження особового складу – осколково-фугасним снарядом, який утворює до 600 осколків. Ракети комплексу розміщуються у спеціальному контейнері, який прикріплюється на пусковій установці. Дальність знищення цілей ПТРК «Стugna-П» у денну пору доби становить до 5 000 м, у нічну пору доби – до 3 000 м. Оператор може керувати комплексом з пульта дистанційного управління, який виноситься на відстань до 50 м. ПТРК «Стugna-П» показав свою високу ефективність під час ведення бойових дій. Наприклад, у травні 2022 року львівські десантники за добу знищили 8 одиниць ворожої броньованої техніки: три танки, три БМП та дві бойові машини десанту (БМД). У процесі ведення бойових дій комплекс використовували не тільки для знищення броньованої техніки ворога, а і для ураження повітряних цілей. Відомі непоодинокі випадки влучання ракет комплексу в найновіші ударні російські гелікоптери типу Ка-52 «Алігатор», які коштують приблизно 16 млн доларів. Одним із прикладів ураження такої цілі є факт знищення Ка-52 особовим складом 95 окремої десантно-штурмової бригади на Харківщині 5 квітня 2023 року. Водночас відоме видання Defense Express повідомляло не тільки про ліквідацію гелікоптерів Ка-52 комплексом «Стugna-П», а й про ведення ним вогню «пострілом із перевищенням» (стрільба зі складної позиції, коли пуск ракети здійснюється вище за ціль, а потім траєкторію її польоту доводять до цілі). Такий спосіб стрільби «Стгнуною-П» застосовувався 28-ю бригадою. Це ж видання акцентувало увагу читачів на вдалій роботі бойового розрахунку екіпажу «Стгнуною-П» тероборонівців 81-ї бригади, які знищили вогнеметну систему «Буратіно», що рухався, а ще за 1,5 хвилини знищили три одиниці ворожої броньованої техніки.

Разом із перевагами ПТРК «Стugna-П» має й певні недоліки. Основним із них є велика вага – до 100 кг, що вимагає здійснювати його перевезення транспортними засобами, які у свою чергу створюють проблему прихованого розміщення комплексу на бойовій позиції, транспортування під час їх заміни та облаштування засідок на місцевості. Іншим недоліком «Стгнуни-П» є демаскуючі ознаки самого пуску ракети. Під час пуску ракети аеророзвідка противника здатна зафіксувати місце пуску та здійснити його ураження. Водночас ракета «Стгнуни-П» потребує постійного «супроводу» оператором під час її польоту, що вимагає постійної уваги до моменту знищення цілі. Також недоліком комплексу «Стugna-П» є його неможливість використання у випадках, коли ціль «ховається» за природними або штучними перешкодами (лісовими насадженнями, забудовою населених пунктів тощо) або ураженню цілі заважає рельєф місцевості, лісові насадження тощо. Це значно зменшує, а в окремих випадках зовсім унеможливує використання ПТРК «Стugna-П» для знищення бойової броньованої техніки противника та інших важливих цілей на полі бою.

З метою підвищення ефективності використання ПТРК «Стугна-П» пропонується розміщувати його не тільки на місцевості, але й на спеціальних броньованих транспортних засобах, які за потреби можуть дещо змінювати конфігурацію комплексу. Для покращення його використання для знищення цілей, які навмисно розташовуються противником за природними перешкодами, нерівностями рельєфу або штучними будівельними спорудами, пропонується розташовувати пристрій управління на спеціальній підйомній щоглі на висоту до 10–20 м. Це дасть змогу значно збільшити бойові можливості комплексу. Тут доцільно використовувати не



телескопічну щоглу з відтяжками, які кріпляться на 120° від центру щогли, а спеціальний підйомний механізм, подібний до механізму підйому передавальних та приймальних пристроїв безпілотного авіаційного комплексу Bayraktar TB2. Світлину конструкції такого механізму подано ліворуч. Використання подібного механізму підйому пристрою управління ПТРК «Стугна-П» дасть змогу дуже швидко розгортати ПТРК, не витрачати технічні засоби на боротьбу із парусністю, яка може траплятися на значних висотах підйому, а також «бачити» та супроводжувати ракети комплексу на значно дальші відстані порівняно із наявними.

Іншим варіантом удосконалення ПТРК «Стугна-П» є використання у ньому спеціального складного пристрою, який здійснює підйом пристрою управління на необхідну висоту над ПТРК. Для цього може використовуватися безпілотний авіаційний літальний апарат гелікоптерного типу або повітряна куля.

Управління ракетами у такому разі має здійснюватися по захищеному оптичному каналу або каналу, на який противник не може впливати технічно (прицільними електронними перешкодами тощо). У разі застосування такого способу удосконалення ПТРК «Стугна-П» його бойові можливості будуть значно розширені, що дасть змогу без обмежень використовувати його на максимальну дальність пострілу.

Іншим напрямом удосконалення комплексу може бути його розташування на базі потужних безпілотних авіаційних комплексів, які здатні його підняти на значну висоту та здійснювати дистанційне управління у повітрі.

Подібні удосконалення комплексу «Стугна-П» дають змогу значно підвищити його тактико-технічні характеристики.

Список використаних джерел:

1. Стугна-П: Повна інформація. URL: https://www.ngu.com.ua/weapon/antitank/at_stugnap_all.html#google_vignette
2. ПТРК «Стугна-П» – високоточна «снайперська гвинтівка». URL: <https://armyinform.com.ua/2021/10/12/ptrk-stugna-p-vysokotochna-snajperska-gvyntivka/>
3. Розрахунок ПТРК «Стугна» майстерно знищив у польоті найновіший вертоліт Ка-52 рашистів (відео). *Defense Express*. 5 квітня 2022.
4. Постріл з протитанковою керованою ракетою «Стугна». URL: <http://www.luch.kiev.ua/ukr/produksiya/protitankovi-kerovani-raketi-ta-sistemi-navedennya/ustril-z-protitankovoyu-kerovanoyu-raketoyu-stugna>

Домненко Микола Григорович, викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

Яшук Сергій Олегович, слухач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: starwars2004@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich, speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

Yashchuk Serhiy Olegovich, student of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: starwars2004@gmail.com

М. Г. ДОМНЕНКО, Д. Д. ГАЙДАРЛИ

СТВОРЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ БОЄПРИПАСІВ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ДРОНІВ-КАМІКАДЗЕ ТИПУ «SHAHED-136» ТА «GERAN-2»

Анотація: у роботі запропоновано розробити та налагодити випуск спеціальних боєприпасів для ефективної боротьби з дронами-камікадзе типу «Shahed-136», «Geran-2» та подібних до них.

Ключові слова: дрон-камікадзе, двигун, протиповітряна оборона, боєприпаси, противник, засіб повітряного нападу.

Abstract: the work proposes to develop and adjust the release of special ammunition for effective combat against kamikaze drones of the «Shahed-136» and «Geran-2» type and similar ones.

Keywords: kamikaze drone, engine, air defense, ammunition, enemy, means of air attack.

З метою нанесення масованих ударів по цивільній та військовій інфраструктурі України під час російсько-української війни противник широко застосовує дрони-камікадзе типу «Shahed-136», які йому постачає Іран. За даними засобів масової інформації у 2023 році росіяни побудували на своїй території завод із виробництва подібних засобів повітряного нападу та налагодили їх випуск. Продукція цього заводу отримала назву «Geran-2». Дрон «Geran-2» нічим не відрізняється від «Shahed-136», змінено лише окраску його нижньої частини зі світлої на темну для того, щоб утруднити візуальне спостереження за ним у нічну пору доби. Такими засобами ворог наносить удари тільки в нічний час, оскільки вдень їх добре видно.

Із відкритих джерел інформації відомо, що дрони-камікадзе типу «Shahed-136» та «Geran-2» можуть наносити удари на дальність до 2 000 км (точних даних немає, за деякими з них дальність може становити 2 500 км, за іншими – тільки до 1 000 км). Такі дрони побудовані за схемою літака-снаряда. Їхньою особливістю є те, що вони летять до визначеної цілі запрограмованим маршрутом, траєкторію польоту якого під час польоту змінити (перенацілити дрон) неможливо. Також вони не мають систем зв'язку та передачі даних для їх управління в повітрі. Програмне забезпечення подібних дронів не передбачає ураження об'єктів, які рухаються, а уражають лише стаціонарні (нерухомі) цілі. Саме тому у більшості випадків вони атакують цивільні об'єкти України. Іншою особливістю таких дронів є їхня неточність, оскільки під час польоту спостерігається «накопичення помилок» у момент визначення місцеположення апарата. Помилки стає більше зі збільшенням дальності польоту та напрямку і швидкості вітру. Вони використовують інерційну систему навігації, тому навіть в умовах роботи РЕБ можуть продовжити рух до визначеної цілі із встановленою точністю. Водночас їх політ коригується за сигналами GPS/ГЛОНАСС, яка не передбачає зміни маршруту та не впливає на точність влучання. Їхня бойова частина становить 40–50 кг вибухівки. Висота польоту може коливатися від 60 до 4 000 м, а крейсерська швидкість становить 150–170 км/год. Головною особливістю дронів «Shahed-136» та «Geran-2» є те, що їхнім основним елементом є двотактний бензиновий двигун MADOMD 550, який у свою чергу є «похідною» від німецького авіаційного двигуна LIMBACHL550E. Потужність двигуна становить 40–50 кінських сил, або 37 кВт. У тиху погоду шум від працюючого двигуна чутно на відстані понад 20 км (двигун генерує звук, подібний до звука мопеда або бензопили). У відкритих джерелах інформації немає, але на практиці такі дрони мають залишати під час польоту чималий «тепловий слід» від роботи самого двигуна та «вихлопу» відпрацьованих газів. Дрони типу «Shahed-136» та «Geran-2» мають трикутне крило і побудовані за схемою «безхвостого» літального апарата. Їхня загальна довжина приблизно три метри із розмахом крил трохи більше двох метрів, а вага становить приблизно 200 кг. За деякими даними, форма подібних дронів, особливості його конструкції дають змогу мати ефективну площу розсіювання близько 0,05 м², що значно утруднює їх виявлення та знищення засобами протиповітряної оборони, які розроблені за часів СРСР.

Зазвичай рашисти наносять масовані удари дронами «Shahed-136» та «Geran-2» зі спеціальної платформи для ураження об'єктів військової та цивільної інфраструктури в глибині території України. Аналіз часу нанесення таких ударів противником говорить про те, що

найбільш частим та ефективним є їх застосування в темну пору доби – із двадцять третьої до шостої години. Цей час вибрано з міркувань ускладнення їх візуального виявлення та спостереження, визначення їхньої кількості та зниження ефективності застосування засобів безпосереднього прикриття об'єктів.

З іншого боку, на думку деяких військових експертів, використання зенітно-ракетних комплексів (далі – ЗРК) для знищення таких дронів є неефективним, адже він коштує набагато дешевше за будь-яку ракету ЗРК.

Отже, масоване використання дронів-камікадзе типу «Shahed-136» та «Geran-2» становлять значну загрозу стаціонарним військовим та цивільним об'єктам України. Останнім часом значно збільшилися випадки нанесення ударів подібними дронами по системах енергетики та життєзабезпечення України.

Очевидним є те, що одним з ефективних засобів боротьби з такими дронами є їх ураження усіма видами озброєння, включно із зенітною артилерією та стрілецькою зброєю, особливо такою, яка забезпечує високу швидкострільність. На нашу думку, ефективним засобом боротьби з ними може бути і застосування вогню звичайних стрілецьких підрозділів, наприклад, стрілецьких відділень чисельністю особового складу 8–9 осіб, у напрямку переміщення таких дронів, які будуть вести зосереджений вогонь, утворюючи значну кількість куль на квадратний метр повітряного простору в районі цілі. Для більш ефективного вогню таких підрозділів необхідно знати або своєчасно виявляти ймовірні напрямки польоту дронів (використовуючи дані радіотехнічних військ, статистичні дані маршрутів польотів та іншу інформацію щодо їх польоту), своєчасно зосереджувати та розгортувати стрілецькі підрозділи на небезпечних напрямках.

Як бачимо, ефективність знищення дронів типу «Shahed-136» та «Geran-2» залежить від щільності вогню на квадратний метр у районі цілі. Досягти високої щільності можливо і за допомогою підвищення швидкострільності зброї. Шляхами її підвищення може бути об'єднання кількох стрілецьких засобів в одну систему. Прикладом такого об'єднання є використання зенітної кулеметної установки М4 зразка 1931 року. Вона забезпечувала швидкострільність до 1200 пострілів на хвилину та уражала повітряні цілі на висотах 1400–1600 м при їх швидкості руху до 500 км/год. 04.07.2023 р. в Інтернеті з'явилося повідомлення про створення українськими інженерами спеціального пристрою, який здатний об'єднати кілька одиниць звичайної стрілецької зброї у специфічний мініган. Йдеться про об'єднання шести автоматів АК-74 для боротьби із дронами. Безумовно, такий саморобний пристрій боротьби з дронами не може мати високої точності ураження, але забезпечує високу щільність куль на квадратний метр. Водночас при застосуванні кількох подібних установок щільність ураження дрона значно збільшується, що збільшує ймовірність ураження. У разі використання до таких установок тепловізійних засобів виявлення подібних дронів їх ефективність використання підвищується і може розглядатися як застосування високоточної зброї.

Оскільки «Shahed-136» та «Geran-2» утворюють значний тепловий слід, для виявлення місця знаходження дронів доцільно використовувати переносні зенітно-ракетні комплекси різних виробників, де наведення ракети здійснюється за інфрачервоним випромінюванням цілі.

Для утворення високої щільності елементів ураження в районі цілі ми пропонуємо розробити спеціальні боєприпаси для різних типів гранатометів, які є на озброєнні ЗСУ. Схему



побудови одного елемента боєприпасу подано ліворуч. У його верхній частині розміщується капсула з елементами ураження, за якими встановлюється підрильний заряд, який під час вибуху забезпечує їхній розліт та надає високу швидкість руху. Вибух цього заряду здійснюється уповільнювачем підриву, який спрацьовує на встановленій висоті, а його запуск здійснюється після відпрацювання вишибного заряду. Залежно від калібру гранатомета подібні боєприпаси можуть бути одиночними (для 30 мм під ствольних та автоматичних гранатометів) або касетними. Останні споряджаються кількома зарядами, які слідуєть один за одним. Вони спрацьовують по черзі, починаючи з останнього. Вибух останнього надає черговому заряду підвищену швидкість, а

через деякий час підривається й він. Процес повторюється до підриву першого заряду в боеприпасі. Отже, підірвані по черзі боеприпаси утворюють велику кількість елементів ураження на різних висотах, що дає змогу ефективно боротися з дронами. Подібні боеприпаси доцільно створювати насамперед для сорокаміліметрового наймасовішого гранатомета РПГ-7 та його модифікацій, яким озброєні усі підрозділи ЗСУ.

Іншим варіантом боеприпасів для ураження дронів може бути варіант заміни капсули з елементами ураження на рідину із запалювальною сумішшю на будь-якій основі (металізовані, термітні та похідні від термітів, які використовуються у вогнеметах). Подібні суміші утворюють суцільну зону вогню, добре прилипають до будь-яких поверхонь та горять із виділенням високих температур. Потрапляючи на поверхню дрона, вони спричиняють займання бензинового двигуна, руйнування корпусу, виводу з ладу елементів управління дроном, зміни параметрів польоту або знищення дрона, зміни траєкторії його польоту, а отже, і точки прицілювання.

Аналогічно можна створити боеприпаси, де такою сумішшю є рідина для утворення об'ємного вибуху в районі цілі. Правда, його вибух не буде дуже потужним, з огляду на використання малої кількості пального. Такий вибух призведе до механічного руйнування системи управління дрона, загоряння його паливної системи, значної зміни траєкторії польоту і механічного руйнування.

Список використаних джерел:

1. Карман Вільям. Історія вогнепальної зброї з найдавніших часів до XX століття. Вид-во Центрполіграф, 2006. 304 с.
2. Настанова зі стрілецької справи. Ручний протитанковий гранатомет РПГ-7. URL: https://shron3.chtyvo.org.ua/Ministerstvo_oborony_Ukrainy/Nastanova_zi_striletskoi_spravy_Ruchny_i_protytankovy_i_hranatomet_RPH-7_RPH-7D.pdf
3. Посібник щодо застосування озброєння іноземного виробництва у Збройних Силах України (інструкції з використання) Частина 2 (протитанкове озброєння). URL: <https://ivms.mil.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/posibnyk-prytytankovi-zasoby-inozmmnogo-vyrobnycztva-ch.2.pdf>
4. Боеприпаси / П. П. Ткачук ін. Київ: СКІФ, 2023. 266 с.

Домненко Микола Григорович, викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, mikoladomnenko568@gmail.com

Гайдарли Денис Дмитрович, слухач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, denyshaidarly@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich, speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, mikoladomnenko568@gmail.com

Haydarly Denys Dmytrovych, student of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, denyshaidarly@gmail.com

М. Г. ДОМНЕНКО, Д. Д. ГАЙДАРЛИ

ЗАХОДИ БОРТЬБИ З ДРОНАМИ ТИПУ «SHAHED-136» ТА «GERAN-2» В УМОВАХ ЇХ МАСОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Анотація: у роботі запропоновано розробити та запровадити низку заходів для ефективної боротьби з дронами-камікадзе типу «Shahed-136», «Geran-2» та їм подібних.

Ключові слова: дрон, дрон-камікадзе, мобільні групи знищення дронів, змінне чергування, пост, орган влади, засіб повітряного нападу.

Abstract: the paper proposes to develop and implement a number of measures to effectively combat kamikaze drones of the «Shahed-136», «Geran-2», and similar types.

Key words: drone, kamikaze drone, mobile drone destruction groups, rotating shift, post, authority, means of air attack.

«Shahed-136» та «Geran-2» застосовуються як далекобійна зброя з тими ж цілями, що й крилаті та балістичні ракети, більшість запасів яких у противника наразі вичерпані, а поповнюються вони прямо з конвеєрів заводів.

Дрони вищезазначених типів тихохідні, їхня траєкторія польоту відслідковується радаром, а політ чути за десятки кілометрів.

Основою тактики використання таких дронів є ураження цілей у глибині території України, і наразі, крім збільшення чисельності засобів протиповітряної оборони (далі – ППО) на важливих об'єктах, ми не можемо їм завдати нічого.

Дрони подібного типу найбільш високоточна зброя армії противника завдяки системі управління, яка забезпечує отримання даних від чотирьох супутникових навігаційних систем – ГЛОНАСС (Росія), Бейдоу (Китай), Галілео (Євросоюз), GPS (США). Російські ракети такої точності не мають: вони використовують тільки ГЛОНАСС, а «Shahed-136» та «Geran-2» отримують дані з кількох супутників і корегують маршрут та точку удару завдяки кільком навігаторам. У дрона немає каналу відеоспостереження, він не може атакувати цілі, які переміщуються. Основним призначенням таких дронів є ураження статичних об'єктів.

Основа ефективності подібного дрона – це закупівлі мікросхем виробництва Південної Кореї та Малайзії, які випускаються за американською технологією ALTERA/INTEL. Іранці в обхід санкцій отримують доступ до технологій, які купують через мережу посередників на відкритому комерційному ринку, а тому вони доступні виробникам «Shahed-136» та «Geran-2».

Під час застосування «Shahed-136» та «Geran-2» противник намагається забезпечити максимальну прихованість завдяки скороченню радіообміну, прокладанню нових маршрутів їх польоту, мінімально допустимій висоті польоту. Ціль намагаються підтверджувати агентурними даними та даними радіоелектронної розвідки; пріоритетними цілями є місця зосередження особового складу та складів боєприпасів. У визначенні цілей проглядається певна логіка. Заздалегідь рашисти намагаються проводити розвідку маршруту підльоту до цілі з метою виявлення роботи наших засобів ППО (далі – ППО). Висилають дрони вперед для розвідки, шукають маршрут, де не працюють радары. Їхні двигуни дуже гучні, в тиху погоду звук двигуна можна почути на відстані до 20 км. Якщо пости спостереження ППО заздалегідь почують звук, буде достатньо часу для розосередження особового складу, виявлення цілі, наведення на неї зброї, її пошкодження або знищення, що дасть змогу уникнути втрат особового складу, матеріальних засобів ЗСУ та цивільної інфраструктури.

Одним з основних методів боротьби з таким видом зброї є висилання на дронебезпечні маршрути мобільних озброєних груп ЗСУ, які використовують для знищення дронів кулеметні установки різних калібрів. Недоліком цієї системи є дуже мала кількість таких підрозділів, які фізично нездатні забезпечити протидронове прикриття повітряного простору значних територій України. Отже, масоване використання дронів-камікадзе типу «Shahed-136» та «Geran-2» становить значну загрозу стаціонарним військовим та цивільним об'єктам України.

Для ефективної боротьби з дронами-камікадзе противника пропонується створити систему постів місцевої протидронової оборони (далі – постів), яку організують, розгортають

та забезпечують органи місцевої виконавчої влади та самоврядування (далі – органи влади). На наш погляд, очолити цю систему мають обласні військові адміністрації, яким підпорядковуються органи влади.

У кожному населеному пункті, де є органи влади, повинні створюватися пости, які забезпечують прикриття повітряного простору населеного пункту. Місця розгортання останніх погоджуються з органами військового командування, яке організовує та забезпечує ППО регіону.

Кожен пост має складатися з начальника та стрільців. Начальник отримує інформацію про загрозу нападу дронів, доводить її до стрільців, організовує візуальне спостереження та керівництво процесом ведення вогню. Кількість стрільців та кількість постів на своїй території визначає орган влади.

Технічною основою постів можуть бути: приватна мисливська зброя товариств мисливців та рибалок; різна стрілецька та зенітна зброя, яка придбана органами влади; стрілецька та зенітна зброя, отримана від органів військового командування; піротехнічні засоби, які здатні вистрілювати заряди на висоті від 60 м і вище, придбані за рахунок різних власників. Останні встановлюються на ймовірному шляху польоту дронів і відстрілюються у напрямку траєкторії їх польоту. Вся придбана або отримана зброя та піротехнічні засоби повинні бути поставлені на облік встановленим порядком.

Укомплектування постів особовим складом має здійснюватися за рахунок членів товариств мисливців та рибалок, ветеранів війни, які за станом здоров'я не придатні для проходження військової служби, іншими категоріями населення, яке має дозволи на поводження зі стрілецькою зброєю та піротехнічними засобами. Особовий склад постів комплектується за особистою згодою. З цими особами укладають угоду органи влади на оплату. За знищення або пошкодження засобів повітряного нападу (далі – ЗПН) повинні передбачатися додаткові виплати.

Розгортання та функціонування постів планується на неробочий час, в окремих випадках та з урахуванням місцевих умов, вони можуть розгортатися після отримання сигналу повітряної тривоги.

Для функціонування постів створюється окрема система оповіщення, яка сполучена із системою оповіщення ППО регіону. З неї пости отримають дані щодо азимуту та висоти польоту дронів. В умовах сьогодення вона може бути реалізована на базі внутрішньообласних систем централізованого оповіщення, які побудовані на базі апаратури П-160 та до яких підключені кінцеві пристрої цілодобових чергових органів місцевої влади на рівні районів. Система оповіщення на рівні район–населений пункт може бути створена на базі: систем оповіщення районів на базі апаратури П-164, месенджерів Viber, WhatsApp, Telegram, а також із застосуванням проводового та стільникового зв'язку.

Інформування в системі місцевої оборони щодо загрози нападу дронів, азимутів (напрямок) та висот польоту неушкоджених дронів має миттєво передаватися по системі оповіщення сусідніх постів. У такий спосіб інформація про кожен знищений дрон доводиться до постів інших населених пунктів, у напрямку яких він рухається.

Отже, за умов належного технічного забезпечення постів, належної організації системи постів органи влади зможуть значно підсилити наявну систему ППО, збільшити зону захисту від дії дронів, а як наслідок – зменшити в ній прогалини, які можуть виникати під час застосування ЗСУ мобільних груп для знищення дронів.

Список використаних джерел:

1. Боротьба з ударними БпЛА іранського та російського виробництва «SHANED-136» («ГЕРАНЬ-2») та «ЛАНЦЕТ-2»: методичні рекомендації загальновійськовим підрозділам. Київ: Центр учбової літератури. 2023. 68 с.
2. Прототип для Shahed-136 був створений у ФРН ще в 1980-х роках під назвою DAR. *Defense Express*. URL: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/prototip_dlja_shahed_136_buv_stvorenij_u_frn_sche_v_1980_h_rokah_pid_nazvoju_dar-13482.html

3. Росія отримала від Ірану сотні безпілотників, їх можуть застосувати в Україні – західна розвідка. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3721035-rosia-otrimala-vid-iranu-sotni-bezpilotnikiv-dla-atak-na-ukrainu-bilij-dim.html>
4. Скільки іранських дронів-камікадзе Shahed було збито під час атаки в ніч з 6 на 7 грудня. *Defense Express*. 7 грудня 2022.

Домненко Микола Григорович, викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, mikoladomnenko568@gmail.com

Гайдарли Денис Дмитрович, студент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, denyshaidarly@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich, speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, mikoladomnenko568@gmail.com

Haydarly Denys Dmytrovych, student of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, denyshaidarly@gmail.com

О. М. Сорочкін, А. С. Хижняк, Є. В. Матвєєв, М. В. Сосулін

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БПЛА ДЛЯ УРАЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Анотація: у роботі проведений аналіз ефективності дронів-камікадзе для масованих атак та можливості розробки спеціалізованих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для боротьби з іншими безпілотними та пілотованими повітряними суднами. Особливо підкреслюється роль штучного інтелекту (ШІ) у підвищенні автономності та ефективності БПЛА у повітряних операціях.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, зенітні ракетні комплекси, штучний інтелект, дрон камікадзе.

Annotation: conducting an analysis of the effectiveness of kamikaze drones for mass attacks and the possibility of developing specialized unmanned aerial vehicles to combat other drones and aircraft. The role of piece intelligence (PI) in the increased autonomy and efficiency of UAVs in modern operations is strongly reinforced.

Key words: unmanned aircraft, anti-aircraft missile systems, piece intelligence, kamikaze drone.

Сучасні військові конфлікти демонструють значну роль БПЛА у виконанні різноманітних військових операцій (завдань): від розвідки та коригування артилерійського вогню до ударних операцій. Одним із ключових напрямків розвитку цих систем є можливість ефективного ураження повітряних цілей. Використання безпілотників для боротьби з повітряними загрозами набуває особливої актуальності в умовах високотехнологічного протистояння, коли зростає роль авіації та інших засобів атаки з повітря.

Однак, у контексті зростання кількості та складності повітряних загроз, використання БПЛА для боротьби з ворожими повітряними суднами набуває все більшої актуальності. Досвід російсько-української війни відкриває нові горизонти для розвитку безпілотних систем і підкреслює перспективи їхнього використання для ураження не тільки наземних, а також повітряних цілей.

В умовах сучасної війни, БПЛА використовуються для підтримки та посилення наземних систем ППО, особливо у контексті численних повітряних атак з боку противника.

Безпілотні літальні апарати можуть виступати в ролі мобільних розвідувальних засобів для ППО. Вони здатні літати на значній висоті або навіть на малих висотах, що дозволяє їм виявляти повітряні цілі, які важко фіксувати звичайними радарамі. Використання таких БПЛА, як «Bayraktar TB2», сприяло підвищенню точності наведення зенітних комплексів на ціль, зокрема в ході оборони критичної інфраструктури України від російських ракетних ударів.

Безпілотні літальні апарати використовуються в Україні як засоби радіоелектронного придушення, зокрема для дезорганізації систем управління ворожих літальних апаратів і ракет. Так, дрони, такі як «Shahed-136», брали участь у формуванні переш кодової обстановки радіолокаційним системам, що ускладнювало виявлення ворожих повітряних загроз. Інтеграція таких можливостей з ППО дозволяє значно підвищити ефективність боротьби з повітряними цілями.

Однією з тактичних інновацій, що широко застосовується у війні в Україні, є використання дронів-камікадзе, які атакують стратегічні об'єкти та інфраструктуру противника. Ці апарати, як іранські «Shahed-136», часто використовуються для масованих атак, що переважують систему ППО противника. Хоча основне завдання таких дронів — ураження наземних цілей, їх можливо застосовувати для створення повітряних загроз, які відволікають увагу ворожої авіації та зенітних комплексів.

Застосування великої кількості малорозмірних і недорогих дронів-камікадзе дозволяє завдавати потужних ударів по інфраструктурі противника, включаючи аеродроми, де базується ворожа авіація. Крім того, такі атаки сприяють вимушеному витрачання значних ресурсів на їхнє перехоплення, що послаблює оборонні можливості противника.

Досвід російсько-української війни показав потребу у створенні безпілотних апаратів, здатних ефективно знищувати різноманітні повітряні судна і БПЛА. Хоча на сьогодні більшість ударних БПЛА не мають систем ураження класу «повітря-повітря», все ж таки розробка спеціалізованих дронів для боротьби з іншими повітряними засобами є важливим напрямком розвитку.

Зростання кількості БПЛА на полі бою вимагає створення апаратів, які можуть бути ефективними у перехопленні ворожих БПЛА. Такі дрони можуть оснащуватися легкими ракетами або електромагнітними засобами для знищення ворожих літальних апаратів. Вони також можуть бути використані для створення радіоелектронних перешкод з метою виведення з ладу систем управління ворожих БПЛА.

Перспективним напрямком є розробка БПЛА, які можуть бути ефективними для точкового ураження повітряних цілей. Такі системи можуть стати невід'ємною частиною комплексної протиповітряної оборони, забезпечуючи точне знищення малих і швидкісних повітряних загроз.

Штучний інтелект (ШІ) в подальшому має відігравати більшу роль у розвитку БПЛА, особливо у контексті боротьби з повітряними цілями. ШІ може забезпечити автономність БПЛА та підвищити їхню ефективність в операціях проти ворожих літаків та дронів. Безпілотні літальні апарати зі штучним інтелектом зможуть автономно виявляти повітряні загрози, аналізувати їхні траєкторії і самостійно ухвалювати рішення про атаку. Це дозволить швидше реагувати на небезпеку, особливо в умовах, коли оперативний зв'язок з оператором може бути втрачений через дії засобів РЕБ противника.

Досвід російсько-української війни показує, що БПЛА мають великий потенціал для використання не тільки як засоби ураження наземних цілей, але й як елемент інтегрованої системи протиповітряної оборони. Хоча на сьогодні ударні БПЛА не виконують функцій прямого ураження повітряних цілей, їхня роль у підтримці ППО, радіоелектронній боротьбі та проведенні комбінованих операцій значно зростає. Подальший розвиток технологій, зокрема інтеграція штучного інтелекту та спеціалізованих засобів ураження, зробить БПЛА важливою складовою боротьби за перевагу в повітряну просторі.

Список використаних джерел:

1. Боротьба з безпілотними літальними апаратами (за досвідом проведення ООС (раніше АТО). — Київ: «Центр учбової літератури», 2022. — 43 с.
2. Боротьба з ударними БПЛА іранського та російського виробництва «Shahed136» («Герань-2») та «Ланцет-2». Методичні рекомендації загальновійськовим підрозділам (за досвідом російсько-Української війни 2022-2023 років). — Київ: «Центр учбової літератури», 2023. — 68 с.

Сорочкін Олександр Миколайович, старший викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8336-9978>

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

Хижняк Андрій Сергійович, доцент кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: aozhnups@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9122-7793>

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

Матвєєв Євгеній Валерійович, викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: gekamatvei11@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1582-7591>

***Сосулін Михайло Володимирович**, викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: sosulin@ukr.net, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків*

ORCID <https://orcid.org/0009-0003-0178-621x>

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

М.М. Дігтярь, Я.С.Разувалов, В.В.Олійник, В.А.Верютін

ROCKWELL COLLINS AN/ARN-118 (TACAN) ЯК ПРІОРИТЕТНИЙ НАПРЯМОК РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ НА ПОВІТРЯНИХ СУДНАХ

Анотація. В даній тезі запропоновано один з варіантів пріоритетного напрямку розвитку обладнання на повітряних суднах, а саме заміна тактичних радіотехнічних систем навігації радянського періоду на закордонні аналоги типу AN/ARN-118 (TACAN) від Rockwell Collins, яка дасть змогу забезпечення безпечних та точних польотів та виконати вимог міжнародної організації ICAO, інтеграції до стандартів НАТО.

Ключові слова: РСБН; TACAN; AN/ARN-118; ICAO; НАТО.

Abstract. This thesis proposes one of the options for the priority development of equipment on aircraft, namely the replacement of Soviet-era tactical radio navigation systems with foreign analogues such as AN/ARN-118 (TACAN) from Rockwell Collins, which will ensure safe and accurate flights and meet the requirements of the international organization ICAO, integration into NATO standards.

Keywords: RSBNS; TACAN; AN/ARN-118; ICAO; NATO.

Сучасна авіація вимагає високотехнологічних навігаційних систем, здатних забезпечити точність, надійність та ефективність роботи в умовах зростаючої складності завдань які покладені на Повітряні Сили України.

Сучасні умови вимагають звернути особливу увагу на необхідність заміни на літаках тактичні системи навігації (РСБН) радянського періоду через відсутність комплектуючих, моральне старіння, не задоволення вимог міжнародної організації ICAO а також з необхідністю інтеграції до стандартів НАТО. [1]

TACAN (Tactical Air Navigation) поєднує в собі можливості для навігації та визначення відстані між повітряними суднами та наземними станціями,[2] що є важливим для забезпечення безпечних та точних польотів, а також створює умови для взаємодії з силами НАТО. [1]

Система AN/ARN-118 (TACAN) від Rockwell Collins [3] є одним із ключових елементів, що відповідають цим вимогам. Він встановлений на літаках та вертольотах: В-52Н, F-14, F-15, F-16, F/A-18, P-3, AV-8B, AH-1W, C-5, E-2, E-6A, T-2, A-4, UH-1N, SH-2G, H-3, H-60, H-46, MH-53,[4] чим підтверджує свою універсальність та ефективність.

Емпіричні дослідження даної системи підтверджують одну із вимог електромагнітної сумісності даної системи .

Таким чином, AN/ARN-118 (TACAN) є важливим пріоритетом для розвитку авіаційних навігаційних систем завдяки своїй ефективності, безпеці та універсальності, а також задоволення вимог міжнародної організації ICAO і інтеграції до стандартів НАТО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ICAO URL: <https://www.icao.int/Search/pages/results.aspx?k=AN%20FARN%2D118#k%20=TACAN#k=TACAN>
2. ШЛЯХ ДО НАТО: ВИМІР БЕЗПЕКИ. Лідери думок + про євроатлантичну інтеграцію України /В.В. Бадрак, С.Г. Згурець, М.М. Самусь, О.О. Набоченко. + К.: 2006. – 222 с.
URL: https://www.researchgate.net/profile/Yuriy-Temirov/publication/329542512_VIMIR_BEZPEKI_Lideri_dumok-pro_evroatlanticnu_integraciju_Ukraini/links/5c0ebf83a6fdcc494feb0269/VIMIRBEZPEKI-Lideri-dumok-pro-evroatlanticnu-integraciju-Ukraini.pdf
3. Integrated Publishing, AN/ARN-118 TACAN Navigation Set URL: <https://aviationandaccessories.tpub.com/TB-43-0123/TB-43-01230071.htm>
4. AN/ARD to AN/ARN-Equipment Listing URL: <https://www.designation-systems.net/usmilav/jetds/anard2arn.html>

Дігтярь Микола Миколайович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: nikdeg1960@gmail.com.

Разувалов Яросла Сергійович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: razuvalovyaroslav@gmail.com.

**Олійник Вадим Віталійович – слухач Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: nnikom1998@gmail.com**
**Верютін Владислав Алєкович – слухач Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vlad.verutin841@gmail.com**

**Digtyar Mikolay M. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic
Equipment of AircraftIvan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv,
e-mail: nikdeg1960@gmail.com.**

**Razuvalov Yaroslav S. – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces
University, Kharkiv, e-mail: razuvalovyaroslav@gmail.com.**

**Oliinyk Vadym V. – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces
University, Kharkiv, e-mail: nnikom1998@gmail.com**

**Veriutin Vladyslav A. – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces
University, Kharkiv, e-mail: vlad.verutin841@gmail.com**

В. В. Любич, М. Г. Домненко

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ АЕРОРОЗВІДКИ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ ОТРИМАНОГО ДОСВІДУ ВОЄННИХ ДІЙ 2022–2023 РОКІВ

Анотація: досвід, отриманий у результаті бойових дій після початку повномасштабного вторгнення російської федерації, показав актуальність ведення розвідки противника в режимі реального часу. Метою цієї роботи є розроблення методів ведення аеророзвідки за допомогою безпілотних авіаційних комплексів.

Ключові слова: аеророзвідка, безпілотний літальний апарат, радіоелектронна боротьба, розвідка, противник.

Abstract: The experience gained as a result of hostilities after the start of a full-scale invasion of the Russian Federation showed the relevance of conducting enemy intelligence in real time. The purpose of this work is to develop methods of aerial reconnaissance using unmanned aerial systems.

Key words: Aerial reconnaissance, unmanned aerial vehicle, electronic warfare, reconnaissance, enemy.

Удосконалення методів аеророзвідки за допомогою безпілотних авіаційних комплексів (далі – БАК) є важливим напрямом розвитку військових технологій. За допомогою БАК, які здатні здійснювати аеророзвідку, можна отримати важливу та розширену інформацію про територію, ворожі позиції та потенційні загрози нападу противника [1].

БАК вже зараз широко використовуються під час ведення бойових дій для проведення аеророзвідки та нанесення ударів по ворожих цілях. Проте існує потенціал для подальшого вдосконалення цих методів з метою підвищення ефективності і точності розвідки.

Використання БАК дає змогу значно покращити ефективність процесу аеророзвідки. За допомогою дронів можна отримувати нічні та денні знімки, що дозволяє підвищити точність та деталізацію зображень, а також вести спостереження за противником у режимі реального часу через передачу зображення з камер різноманітних БАК на монітор оператора системи. БАК можуть бути оснащені різноманітними сенсорами, як-от інфрачервоні камери, радіоелектронна апаратура, що робить їх використання більш універсальним. Також можливе створення більш складних систем для автоматичного аналізу та інтерпретації інформації, отриманої з дронів. Це може допомогти прискорити процес прийняття рішень та забезпечити оперативну реакцію на зміни, які відбуваються на полі бою [2].

Удосконалення методів аеророзвідки за допомогою БАК є важливим напрямом розвитку через зростання їх використання в різних сферах, зокрема і військовій. Досвід військових дій 2022–2023 років надав змогу зробити висновки та можливості для поліпшення цих методів:

1. **Технічні покращення:** розвиток нових технологій, як-от покращені камери високої роздільної здатності, системи штучного інтелекту для аналізу в умовах реального часу, підвищення автономності БАК тощо.

2. **Безпека зв'язку і кіберзахист:** забезпечення захищеного зв'язку між операторами та БАК для уникнення можливих кібератак або перехоплення управління та контролю.

3. **Розвиток алгоритмів обробки даних:** швидка та ефективна обробка великих обсягів даних, отриманих від БАК, для швидкого прийняття рішень.

4. **Удосконалення програмного забезпечення:** розробка більш точних та функціональних програм для керування БАК, що дасть змогу збільшити їх ефективність та надійність.

5. **Тренування операторів:** навчання військових операторів здійсненню управління та використанню БАК у різноманітних умовах для максимально ефективного використання цих засобів.

Суттєвий вплив на управління БАК, їх надійність та якість застосування здійснюють засоби радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ), кількість яких у ворожих військах постійно

збільшується та, відповідно, призводить до збільшення втрат БАК, погіршення якості отриманих розвідувальних даних.

РЕБ – це системи, які застосовуються для захисту або перешкодження противникові, який використовує засоби електромагнітного випромінювання. РЕБ може суттєво впливати на БАК, які використовуються під час ведення бойових дій або мають потенціал використання в таких умовах.

РЕБ може мати різноманітний вплив на БАК, залежно від їх типу, технічних характеристик та систем, встановлених на літальних апаратах різних типів і класів. Ось деякі можливі напрями впливу РЕБ на безпілотні літальні апарати:

1. **Перешкодження зв'язку:** РЕБ можуть перешкоджати радіочастотному зв'язку, який використовується для керування БАК. Це може призвести до ускладнення управління літальним апаратом з боку оператора або й загалом спричинити втрату зв'язку між ними, що може призвести до втрати літального апарата.

2. **Вплив на системи навігації:** електромагнітні перешкоди можуть впливати на такі системи навігації, як GPS або інші системи позиціонування, що використовуються для визначення місця розташування літального апарата БАК. Це може призвести до втрати точності або навіть до переривання роботи цих систем.

3. **Електронне підіривання:** РЕБ можуть призвести до виникнення електронних помилок або збоїв у системах управління БАК, що може спричинити втрату контролю або некерований рух літальних апаратів.

Фактично, потрібно вирішити питання, яким способом можна забезпечити якість фотографування та відеосигналу від літального апарата в режимі реального часу та водночас мінімізувати його роботу під дією засобів ворожої РЕБ. Літальні апарати при вимкненому двигуні не можуть підтримувати політ або утримувати стабільне положення в повітрі, вони потребують енергії, щоб легіти чи, принаймні, утримувати стабільну позицію в повітрі. У випадку, коли двигун вимкнений, відеокамера літального апарата буде також вимкнена. Це означає, що використання відеокамери під час відсутності живлення апарата для ведення спостережень або збору інформації буде неможливою [1].

Мінімізація втрат літальних апаратів від РЕБ є важливим завданням для забезпечення ефективності та безпеки безпілотних систем.

Заходи для мінімізації втрат від РЕБ містять:

1. **Електромагнітний захист:** розробка і впровадження систем захисту, які можуть зменшувати чутливість літальних апаратів до таких електромагнітних перешкод, як екранування, захист від імпульсів електромагнітного випромінювання тощо.

2. **Алгоритми автономного управління:** використання алгоритмів автономного управління, які дозволяють БАК здійснювати перехід до безпілотного режиму роботи або повернення на базу у разі втрати зв'язку чи електромагнітного впливу.

3. **Резервні системи зв'язку та навігації:** застосування резервних систем зв'язку та навігації, як-от альтернативні радіочастоти, системи позиціонування та орієнтування, що можуть працювати в умовах електромагнітних перешкод.

4. **Криптографічний захист:** використання шифрування та криптографічних засобів для захисту комунікаційних каналів та даних, щоб запобігти несанкціонованому доступу до управління БАК.

5. **Аналіз ситуації та реагування:** розробка систем аналізу ситуації та реагування, які дозволяють БАК виявляти електромагнітні загрози та вживати заходи, адекватні ситуації, що сталася.

6. **Тестування та адаптація:** проведення тестів та адаптація систем БАК для роботи в умовах електромагнітного впливу для підвищення стійкості та надійності роботи всіх систем.

Однією з перспективних ідей застосування БАК для здійснення аеророзвідки є їхнє застосування в режимі пасивного спостереження.

Ідея цього методу полягає у використанні БАК із встановленою зовнішньою відеокамерою. Алгоритм дії цих систем такий:

1. Літальний апарат БАК направляється оператором на позицію спостереження (як позицію слід використовувати висотні будівлі та конструкції, можна зруйновані, з яких забезпечується найкращий із можливих огляд позиції ворога).

2. Після посадки літального апарата БАК на майданчик розвідки його двигуни відключаються (тобто виключається можливість впливу на БАК з боку засобів РЕБ противника).

3. Зовнішня камера, встановлена на літальному апараті, вмикається та надає інформацію щодо дій противника.

4. Після отримання потрібної інформації або розрядження акумуляторів зовнішньої відеокамери літальний апарат за командою оператора піднімається та повертається на базу.

Застосування ідей цього методу дає змогу мінімізувати час застосування БАК під час дії ворожої РЕБ, водночас виконуються поставлені перед аеророзвідкою задачі.

Реалізація запропонованих заходів зменшить кількість втрат БАК та підвищить ефективність їх застосування.

Список використаних джерел:

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів). URL: protyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/Теорія_і_практика_застосування_БПЛА_ua_dynamics_brochure
2. Підручний збірник воєнних порад українському Воїну з досвіду останньої війни проти московії / гол. Укладач В. Жердецький. Київ, 2022–2023. URL: <http://ukr-merezha.com/upload/000/u5/4a/50/2023-druhe-vydannya-pzvp.pdf>
3. ВП 7-00(03).01 Боротьба з безпілотними літальними апаратами (за досвідом проведення ООС (раніше АТО)): метод. рекоменд. URL: <https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/04/%D0%92%D0%9F-7-0003.01-%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%8C%D0%B1%D0%B0-%D0%B7-%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90.pdf>

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading expert in ensuring the safety of life of healthy people, protecting the excess natural environment and ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of LLC “Engineering Bureau”, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich – speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

В. В. Любич, М. Г. Домненко

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОРотьБИ З БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ, НА ОСНОВІ ОТРИМАНОГО ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ 2022-2023 РОКІВ

Анотація: досвід, отриманий у результаті бойових дій з початку повномасштабного вторгнення російської федерації, показав, що на перший план у сучасній війні виходять безпілотні літальні апарати різних типів, які виконують свої завдання. Метою роботи є розроблення методів захисту об'єктів від групових ударів безпілотних літальних апаратів, враховуючи зміни концепції їх застосування з боку ворога.

Ключові слова: ППО, безпілотний літальний апарат, комбінований удар, оборона.

Annotation: The experience gained as a result of hostilities after the beginning of the full-scale invasion of the russian federation showed that unmanned aerial vehicles of various classes and tasks come to the fore in modern warfare. The purpose of the work is to develop methods of protecting objects from group strikes by unmanned aerial vehicles, taking into account changes in the concept of their use by the enemy.

Key words: air defense, unmanned aerial vehicle, combined strike, defense.

Безпілотні літальні апарати (далі – БПЛА) є закономірним послідовним кроком розвитку авіаційної робототехніки та авіації загалом, оскільки вона поєднує в собі високу маневреність, масованість у застосуванні, відносно дешевизну, порівняно з пілотованою авіацією.

Командування Збройних Сил України одним із перших у світі передбачило, що в майбутньому війни будуть проводитися у тісній взаємодії з БПЛА. З початком збройної агресії росії Збройні Сили України сформували підрозділи ударних безпілотних літальних апаратів, які відіграли значну роль на початковому етапі війни у лютому–червні 2022 року завдяки використанню БПЛА турецького виробництва «BayraktarTB2».

Проте, на жаль, паралельно з нашими військами ворог актуалізував та удосконалив тактику застосування своїх БПЛА. За цей період противник відкоригував свою концепцію їх використання, згідно з якою основна перевага віддається масованим груповим ударам, з метою порушення та дезорганізації системи протиповітряної оборони (далі – ППО) ЗСУ, шляхом формування значного навантаження на неї та виснаження її ресурсів для подальшого нанесення комбінованого удару крилатими ракетами повітряного та морського базування, комбінованого застосування БПЛА різних класів.

Однак, не зважаючи на зміни у тактиці ворога, головним завданням військ ППО залишається захист повітряного простору від ворожих засобів повітряного нападу з найбільшою ефективністю шляхом їх мінімізації на межі рубежу гарантованого нанесення удару по об'єктах, які підлягають захисту.

Згідно зі стратегічним задумом ворога при груповому масовому нальоті першим ешелonom, до складу якого входять БПЛА різного призначення, дрони-камікадзе (зокрема «Shahed-131», «Shahed-136», «Герань-2»), які летять різними курсами, а на останньому етапі траєкторії польоту синхронізуються з іншими учасниками групи та заходять на ціль, при цьому на той час повинна бути максимально виснажена система ППО ЗСУ. Другий ешелон вступає в дію через 5–10 хвилин. Цього часу недостатньо для перезарядження та перенаведення засобів ППО ЗСУ. Саме в цей момент повітряного удару вступають в дію крилаті та оперативно-тактичні ракети противника.

Відповідно до настанов із застосування ворогом масованих нальотів БПЛА одним із найголовніших факторів є те, що «При масовому використанні комплексів БПЛА типу „Герань-2” відбувається підвищена витрата ракет ППО, вартість яких непомірно вища за вартість БПЛА, по якому ці ракети застосовуються, що в свою чергу виснажує систему постачання зарубіжних систем ППО».

При моделюванні варіантів можливого нападу ворога з використанням масованого групового удару БПЛА в умовах протидії систем багато ешелонованої ППО малої, середньої та

великої дальності для захисту різноманітних об'єктів встановлено, що ймовірність ураження (прольоту до цілі дрона-камікадзе) становить приблизно 5–7 %, проте виснаженість ППО при цьому становитиме:

- малої дальності застосування – 80–90 %;
- середньої дальності застосування – до 50 %;
- великої дальності застосування – до 20 %.

Основними засобами знищення крилатих ракет є зенітно-ракетні комплекси. Використовувати їх для ураження БПЛА не завжди доцільно, проте іноді абсолютно виправдано. Слід також зауважити, що БПЛА типу «Герань-2» програмується на землі та не керується оператором під час польоту, отже, використовувати проти них засоби РЕБ є малоефективним, оскільки навіть в зоні дії РЕБ вони продовжуватимуть політ прямолінійно і не змінять маршрут польоту до цілі.

Досвід бойових дій в Україні показує, що дрони-камікадзе «Shahed-136» (або їх аналоги) уражались екіпажами літаків винищувальної авіації, зенітно-ракетними комплексами різної дальності застосування. Також, за статистичними даними, велику кількість дронів-камікадзе було знищено за допомогою зенітних кулеметних установок, крупнокаліберних кулеметів, встановлених на автомобільній техніці, а також із застосуванням загороджувального вогню зі стрілецької зброї частин і підрозділів ЗСУ.

БПЛА типу «Shahed-136» є складною ціллю для наявних РЛС. Це пояснюється тим, що вони мають малу ефективну площу розсіювання, через що їх виявлення стає досить складним завданням. Зокрема, значно знижується дальність їх виявлення, порівняно з пілотованою авіацією.

Під час створення (розгортання) системи ППО необхідно забезпечити:

- взаємне цілевказання між підрозділами ППО щодо руху БПЛА, які раптово з'являються на малих та гранично малих висотах;
- улаштування декількох ешелонів вогневих рубежів для гарантованого знищення БПЛА.

В умовах обмеженої кількості зенітно-ракетних комплексів, запасу ракет до них, їх важливості і потреби для захисту неба від ракетних ударів у першому ешелоні ППО доцільно збільшувати кількість мобільних (пересувних) вогневих груп ППО.

Для ураження БПЛА кожна така група повинна мати на озброєнні кулемети ДШК (BROVNING, спарені (зчетверені) кулемети «Максим» типу М-4, зенітні установки ЗУ-23-2 та їм подібні), які встановлені на швидкісну всюдихідну транспорту базу. Ці групи повинні забезпечити ураження повітряних цілей на висотах до 1500 м. З отриманням перших даних щодо застосування противником БПЛА і крилатих ракет мобільні групи повинні висунутися та зайняти бойові позиції на розвіданих та імовірних маршрутах їх польоту.

Інші військові формування повинні використовувати крупнокаліберні та штатні кулемети підрозділів та військових частин, для чого необхідно забезпечити їх постійне інформування з питань напрямку польоту БПЛА та крилатих ракет.

Сьогодні кожна така мобільна вогнева група контролює та повинна забезпечувати захист повітряного простору на відстані від 30 км до 50 км по фронту, що при масованому комбінованому ударі може призвести до зростання кількості «проходів» засобів ураження на ділянці фронту, яка підлягає захисту.

Для мінімізації кількості «проходів» БПЛА на ділянці фронту, яка підлягає захисту, слід вжити таких заходів:

1. Збільшувати ефективність ведення вогню особовим складом мобільних виїзних груп. На сьогодні ймовірність ураження ЗПН такими групами знаходиться в діапазоні 0,55–0,65. Завдяки вдосконаленню техніки прицілювання та підготовці особового складу цей показник реально довести до 0,65–0,7.

2. Збільшити кількість мобільних вогневих груп, виходячи з розрахунку, що одна мобільна вогнева група повинна прикривати 10–15 км по фронту. Тобто фактично збільшити кількість вогневих груп у 2,5–3 рази.

При проведенні математичного розрахунку ймовірності знищення безпілотного літального апарата у сучасних умовах ймовірність його ураження одним ешеленом мобільних вогневих груп становить від 72 % до 76 %.

При реалізації запропонованих заходів щодо збільшення кількості вогневих груп та збільшення ефективності їх стрільби ймовірність збиття БПЛА одним ешеленом становитиме від 84 % до 87 %, а це досить непоганий показник ефективності. За показником імовірності ураження ЗПН він відповідає показнику високоточної зброї.

Список використаних джерел:

1. Статути Збройних Сил України: збірник законів. Київ: Алерта, 2024.
2. Методичні рекомендації підрозділам з боротьби з безпілотними літальними апаратами іранського виробництва «Камікадзе» «Shahed-136» («Герань-2»). URL: <https://sprotyvg7.com.ua/lesson/rekomendacii-pidrozdilam-shhodo-borotbi-z-bezpilotnimi-litalnimi-aparatami-kamikadze-shahed-136-geran-2>
3. ВП 7-00(03).01 Метод. рекомендації «Боротьба з безпілотними літальними апаратами (за досвідом проведення ООС (раніше АТО))» / керівник розробл. О. Таран. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zbroini_syly_Ukrainy/Metodychni_rekomendatsii_zahalnoviiskovym_pidrozdilam_schodo_borotby_z_udarnymy_VpLA_iranskoho_vyrob.pdf?PHPSESSID=oiuv1
4. Методичний посібник для проведення занять з спеціальної підготовки (підготовка спеціалістів виробу ЗУ 23-2) / Міністерство оборони України. URL: https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%97%D0%A3_%D1%81%D0%BF%D1%80.pdf

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading expert in ensuring the safety of life of healthy people, protecting the excess natural environment and ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of LLC “Engineering Bureau”, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1 988@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich – speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

В. В. Любич, М. Г. Домненко

ВИКОРИСТАННЯ АКУСТИЧНИХ СЕНСОРІВ ПРИ ВЛАШТУВАННІ МІННИХ ЗАГОРОДЖЕНЬ ПРИ ІНЖЕНЕРНОМУ ОБЛАШТУВАННІ ПОЗИЦІЙ

***Анотація:** акустичні сенсори активації мінних загороджень – це системи, які використовують звукові хвилі для виявлення та активації мінних загороджень. Вони можуть бути використані для захисту інженерних споруд, опорних пунктів та підходів до них від атак противника або для охорони військових об'єктів.*

***Ключові слова:** мінне загородження, акустичний сенсор.*

***Annotation:** Mineblock activation acoustic sensors are systems that use sound waves to detect and activate mineblocks. They can be used to protect engineering structures and strongholds and approaches to them from enemy attacks or to protect military facilities.*

***Keywords:** Mine barrier, acoustic sensor.*

У сучасних бойових умовах інженерне забезпечення та облаштування позицій відіграють вирішальну роль у забезпеченні обороноздатності військ. Мінні загородження є одним з ефективних засобів протипіхотного та протитанкового захисту, а їх активізація може бути значно покращена за допомогою акустичних сенсорів.

Зміна умов збройної боротьби, удосконалення форм та способів ведення бойових дій, поява та широке застосування високоточної зброї, прийняття на озброєння новітніх засобів вогневого ураження, комплексів розвідки, автоматизованих систем управління військами та зброєю зумовлюють необхідність своєчасного інженерного обладнання та маскування бойових порядків військ.

Акустичні сенсори для активації мінних загороджень – це пристрої, які використовуються для виявлення звукових сигналів або шумів, що вказують на наближення об'єктів, наприклад, піхоти або техніки. Такі сенсори можуть бути частиною системи охорони або оборони; вони активують мінні загородження в момент, коли запущений певний звуковий алгоритм або з'являється аудіосигнал, що перевищує заздалегідь визначений поріг.

Принцип роботи акустичних сенсорів полягає у виявленні зміни у звуковому полі, реагуючи на звуки, характерні для руху піхоти, транспортних засобів або інших об'єктів. Коли звук перевищує певний поріг, сенсор може активувати систему мінних загороджень.

Акустичні сенсори для активації мінних загороджень використовують звукові хвилі для виявлення руху або звуків, які можуть свідчити про наближення ворога. Принцип роботи сенсорів виконується за такими алгоритмами:

– *виявлення звуку:* сенсори оснащені мікрофонами, які чутливі до звукових коливань. Вони можуть виявляти звуки, які виникають під час руху, наприклад, кроки, шум транспорту або інші звуки, що вказують на присутність людини чи техніки;

– *обробка сигналу:* після виявлення звуку сенсор обробляє сигнал, фільтруючи фонові шуми та визначаючи, чи є звук, що свідчить про загрозу, а далі може містити використання алгоритмів обробки сигналів для розпізнавання певних звукових патернів;

– *активація:* якщо сенсор виявляє загрозливий звук, він активує мінні загородження, що може бути реалізовано через електронний механізм, який запускає детонатор, або інший пристрій, що активує міни;

– *захист від хибних спрацьовувань:* акустичні сенсори можуть бути налаштовані для уникнення хибних спрацьовувань від незначних за потужністю звуків, як-от вітер або звуки тварин, що забезпечує більш точне виявлення загроз.

Принцип роботи акустичних сенсорів полягає в такому: сенсори вловлюють звукові хвилі, що виникають внаслідок руху об'єктів (людей, техніки) в зоні їх дії. Це можуть бути звуки кроків, шум автомобілів, розмови тощо. При цьому акустичні сенсори можуть бути налаштовані на різні частотні діапазони, що дозволяє їм фокусуватися на певних звукових сигналах. Вони можуть бути чутливими до низьких частот (наприклад, звуки від важкої техніки) або високих частот (наприклад, людські голоси).

Після виявлення звуку сенсор обробляє сигнал за допомогою вбудованих алгоритмів. Це може містити:

- *фільтрацію*: видалення фонових шумів, як-от вітер або звуки тварин;
- *аналіз патернів*: визначення специфічних звукових патернів, які свідчать про загрозу;
- *визначення загрози*: сенсор, використовуючи алгоритми машинного навчання або прості порогові методи, оцінює, чи є звук загрозливим. Якщо, наприклад, виявляються звуки, що відповідають людським крокам, система може вважати це сигналом загрози.

Активація мінних загороджень відбувається під час спрацювання таких систем:

- *тригерів*: якщо звук виявляється загрозливим, сенсор передає сигнал на активатор мінного загородження, який у свою чергу запускає електронний механізм, що активує детонатор;

- *системи безпеки*: акустичні сенсори часто інтегруються з іншими системами безпеки, як-от інфрачервоні сенсори – для виявлення тепла, вібраційні сенсори – для виявлення руху або тиску на поверхні ґрунту;

- *ініціація вибуху*: коли сенсори підтверджують, що ворожа техніка знаходиться на вказаній дистанції, вони формують сигнал (електронний або механічний) для підриву мін.

Переваги вищезазначеного методу:

- помірна вартість – вартість одного сенсора звуку становить приблизно 1 долар США;
- можливість виявлення загрози на великій відстані;
- автоматизація процесу активації загороджень, що знижує ризик втрат військових;
- можливість встановлення каскадів спрацювання окремих загороджень, які можуть реалізовувати різні конфігурації спрацювання (для знищення техніки, особового складу, сигналізації тощо)

Недоліки зазначеного методу:

- можливість хибних спрацювань через фонові шуми;
- залежність від погодних умов (вітер, дощ можуть вплинути на чутливість), проте сучасні сенсори можуть фільтрувати фонові шуми, фокусуючись на звуках, що вказують на загрозу.

Вибираючи місця встановлення акустичних сенсорів, слід враховувати:

1. Стратегічні позиції: сенсори повинні розташовуватися у таких місцях, щоб вони могли вловлювати звукові сигнали або коливання, пов'язані з підходом людей або техніки до мінних загороджень.

2. Діапазон дії: важливо врахувати радіус дії сенсорів. Вони повинні бути розташовані так, щоб максимізувати зону охоплення та зменшити сліпі зони.

3. Обмеження видимості та укриття: сенсори повинні бути розміщені так, щоб їх важко було виявити, щоб зменшити ризик нейтралізації з боку противника.

4. Доступ до систем живлення та зв'язку: розташування сенсорів має також враховувати можливість підключення до джерел живлення та систем зв'язку для передачі сигналів спостереження.

5. Урахування умов навколишнього середовища: місця встановлення повинні бути вибрані з урахуванням природних бар'єрів, як-от водянні перешкоди, пагорби і густі ліси, які можуть впливати на розповсюдження звукових хвиль у повітрі та на ґрунті.

Практичне застосування в бойових умовах – це оборона ключових об'єктів, де саме сенсори можуть бути використані для захисту військових баз, складів та інших важливих об'єктів. Їх встановлення у зоні бойових дій підвищує рівень ситуаційної обізнаності, дозволяючи військовим отримувати інформацію про ворожі дії в реальному часі. Крім того, акустичні сенсори можуть бути інтегровані з іншими системами виявлення (наприклад, тепловізорами чи відеокамерами) для підвищення своєчасності та точності виявлення.

Акустичні сенсори відіграють важливу роль у сучасній системі оборони, забезпечуючи своєчасне виявлення загроз та реакцію на них. Вони підвищують ефективність мінування, забезпечуючи контрольовану активацію та зменшуючи ризики для своїх військ. Завдяки своїй чутливості та можливості інтеграції з іншими системами, акустичні сенсори можуть суттєво підвищити ефективність оборони у бойових умовах. Розвиток технологій у цій сфері продовжує вдосконалювати їхнє функціонування та ефективність.

Список використаних джерел:

1. Тактична підготовка артилерійських підрозділів : підручник / П. Є. Трофименко та ін. Суми: Сумський державний університет, 2012. 776 с.
2. Бойовий статут Сухопутних військ. Ч. 2: Батальйон, рота. Київ: Варта, 2024. 370 с.
3. . Довідник з військово-інженерної підготовки для студентів / Мін-во оборони України. Харків: ФВП НТУ «ХП», 2008. 62 с.
4. Інженерне забезпечення частин та підрозділів у бою / Мін-во оборони України. Харків: ФВП НТУ «ХП», 2015. 335 с.

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частині забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

LyubichVolodymyrVolodymyrovych – is a leading expert in ensuring the safety of life of healthy people, protecting the excess natural environment and ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of LLC “EngineeringBureau”, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

DomnenkoMikolaGrigorovich – speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

В. В. Любич, М. Г. Домненко, В. Є. Сула

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ-КАМІКАДЗЕ ДЛЯ БОРТЬБИ ІЗ ЗАСОБАМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ПРОТИВНИКА ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ СВІТЛОЧУТЛИВИХ ПРОГРАМОВАНИХ ДАТЧИКІВ

Анотація: Дрони-камікадзе мають значний потенціал для застосування проти систем протиповітряної оборони (ППО) ворога завдяки своїй мобільності, економічності та здатності виконувати атаки з високою точністю. Модернізація автоматичних систем наведення таких дронів шляхом встановлення світлочутливих датчиків виявлення систем ППО противника є перспективною технологією у сучасній війні.

Ключові слова: дрон-камікадзе, протиповітряна оборона, світлочутливий датчик.

Annotation: Kamikaze drones have significant potential for use against enemy air defense systems (ADF) due to their mobility, cost-effectiveness and ability to carry out attacks with high precision. Modernization of automatic guidance systems of such drones by installing light-sensitive sensors to detect enemy air defense systems is a promising technology in modern warfare.

Keywords: kamikaze drone, air defense, photosensitive sensor.

Встановлення програмованих світлочутливих датчиків на дрони-камікадзе може стати інноваційним підходом для підвищення ефективності атаки на об'єкти ППО ворога. Під час використання таких датчиків досягаються характеристики, які дають змогу підвищити ефективність застосування:

- *автоматичне орієнтування на ціль:* світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані на виявлення таких специфічних характеристик цілей, як теплові сигнатури або відблиски від радіолокаційних станцій, що дозволить дрону самостійно визначати місцезнаходження об'єкта ППО, навіть якщо система ворожої ППО намагається залишитися непоміченою;

- *зниження рівня виявлення дрона:* програмовані датчики дозволяють дрону летіти в режимі «пасивного сканування», що зменшує ймовірність його виявлення за допомогою радіолокаційних систем ворога, адже дрон не випромінює сигналів, що можуть бути виявлені, натомість він шукає джерела світла або інші сигнатури цілей;

- *забезпечення високої точності атаки:* світлочутливі датчики можуть допомогти точно визначити розташування системи ППО і направити дрон на неї навіть в умовах поганої видимості або складного рельєфу, що зробить атаку більш ефективною, знижуючи потребу в додаткових системах наведення;

- *підвищення автономності дронів:* використання таких датчиків дає змогу дронам працювати автономно, з меншим втручанням з боку оператора, що може бути корисним у ситуаціях, коли зв'язок з дронами може бути порушений або заблокований;

- *обхід систем активного захисту:* програмовані світлочутливі датчики можуть бути налаштовані на виявлення раптових змін освітлення, що виникають при активації систем активного захисту (наприклад, засліплення лазерами або спалахи від вибухів), що дозволить дрону своєчасно змінювати траєкторію польоту, щоб обійти захисні системи ворога.

Використання світлочутливих програмованих датчиків дає змогу дронам-камікадзе ефективно адаптуватися до змін в умовах бою та підвищує їхню здатність ухилятися від засобів активного захисту, що робить їх більш небезпечними та ефективними у виконанні завдань.

Світлочутливі датчики здатні допомогти дрону виявляти, оцінювати й реагувати на зміни у навколишньому середовищі, що виникають через роботу таких систем активного захисту:

• *виявлення спалахів або засліплюючих засобів:* системи активного захисту можуть використовувати лазерні установки або інші засоби, що випромінюють світло або створюють спалахи для засліплення оптичних сенсорів дронів (світлочутливі програмовані датчики можуть розпізнавати ці спалахи та автоматично змінювати траєкторію польоту або переходити в інший режим, щоб уникнути ураження);

• *виявлення змін освітленості навколишнього середовища:* системи активного захисту часто супроводжуються раптовими змінами освітленості (наприклад, від вибухів або роботи захисних засобів). Світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані на виявлення таких змін,

що сигналізують про загрозу, і автоматично запускати алгоритми ухилення або прискорення для обходу загроз;

- *автоматична орієнтація на ціль*: дрони, оснащені світлочутливими датчиками, можуть орієнтуватися на випромінювання від джерел, пов'язаних з роботою систем ППО (наприклад, від тепла радіолокаційних установок або інших засобів). Це дозволяє дрону направлятися до цілі навіть в умовах активного захисту;

- світлочутливі датчики можуть бути налаштовані на виявлення певних типів світла, як-от інфрачервоне випромінювання, яке часто виходить від працюючих радарів, теплових систем або інших компонентів систем ППО. Дрон, виявивши ці сигнали, може автоматично орієнтуватися на джерело, що є потенційною ціллю. Це може бути особливо ефективно в нічний час або в умовах поганої видимості, коли теплові сигнатури чи світлові контрасти легше виявити.

- світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані на розпізнавання певних спектральних характеристик світла, які типові для різних елементів систем ППО (наприклад, лазери, прожектори чи теплові випромінювачі). Це дозволяє дрону точно розпізнати ціль серед інших об'єктів. Програмовані алгоритми можуть також враховувати інтенсивність, колір і частоту мерехтіння світла для кращого визначення цілі. Використання кількох світлочутливих датчиків, спрямованих у різні сторони, дозволяє дрону отримувати дані з кількох напрямків одночасно. Це дає змогу створити тривимірну картину навколишнього середовища і визначити напрямок до цілі. Якщо дрон виявляє кілька джерел світла, він може вибрати той, що найбільш відповідає заданим критеріям цілі (наприклад, найбільша яскравість або певний спектр);

- *зміна маршруту на основі виявлення джерел світла*: світлочутливі програмовані датчики можуть допомагати дрону відстежувати джерела світла або спалахи від випущених зенітних ракет і коригувати свій курс для обходу цих загроз. Наприклад, якщо датчик виявляє раптове яскраве світло з одного напрямку, дрон може автоматично змінити траєкторію для ухилення;

- *нічне і денне спостереження*: світлочутливі датчики можуть бути налаштовані на роботу як у денний, так і в нічний час, що дозволяє дрону залишатися ефективним незалежно від умов освітлення. Це забезпечує дрону здатність діяти автономно, розпізнавати зміни освітленості та адаптуватися до ситуації;

- *використання датчиків для розпізнавання лазерних систем активного захисту*: багато систем активного захисту використовують лазери для виявлення або засліплення дронів. Світлочутливі датчики можуть бути запрограмовані для розпізнавання таких лазерних сигналів і можуть змусити дрон змінити курс або вжити заходів для захисту своєї оптичної системи;

- *реакція на вибухи та зенітний вогонь*: програмовані датчики можуть швидко реагувати на вибухи або інші яскраві джерела світла, які супроводжують постріли зенітних установок. Це дозволяє дрону оперативного ухилятися від осколків або інших загроз;

- *інтеграція з іншими сенсорами*: світлочутливі датчики можуть працювати в комплексі з такими іншими сенсорами: інфрачервоні або ультразвукові, що дозволяє дрону отримувати додаткову інформацію про оточення. Це допомагає дрону більш точно оцінювати загрози і адаптувати свої дії в реальному часі;

- *імітація світлових сигнатур для відволікання уваги*: дрони можуть використовувати світлочутливі датчики для виявлення імітованих сигнатур (фальшивих джерел світла) від систем активного захисту. Якщо такі сигнатури виявляються, дрон може обійти їх, не витрачаючи час на «помилкові» цілі;

- *автономне ухилення з використанням штучного інтелекту*: світлочутливі програмовані датчики в поєднанні з алгоритмами штучного інтелекту можуть дозволити дрону навчатися і самостійно ухилятися від засобів активного захисту, аналізуючи зміни в освітленості та швидко реагуючи на загрози;

- *адаптація до змін навколишнього середовища*: такі датчики можуть враховувати погодні умови (дощ, туман, сніг тощо) та вносити корективи в алгоритм польоту, щоб уникати перешкод або оптимізувати маршрут для досягнення цілі.

Висновок: дрони-камікадзе є ефективним засобом для ведення асиметричної війни проти високотехнологічних систем ППО ворога. Їх використання може забезпечити вирішальну перевагу на полі бою, дозволяючи значно послабити захист противника перед подальшими наступальними операціями. Програмовані світлочутливі датчики можуть значно підвищити можливості дронів-камікадзе, особливо у боротьбі з високотехнологічними системами протиповітряної оборони. Але

важливо враховувати й ризики, як-от потенційні засоби захисту, які можуть осліпити або вивести з ладу датчики дронів.

Застосування світлочутливих програмованих датчиків для автоматичної орієнтації на ціль дозволяє дронам-камікадзе залишатися ефективними навіть у складних умовах бою, знижуючи ризик виявлення і підвищуючи точність ураження.

Список використаних джерел:

1. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами російської федерації у війні проти України / О. О. Олнексенко та ін. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4(49).
2. Тактика застосування безпілотних повітряних суден в охороні державного кордону: навч. посібник / О. Л. Луцький та ін. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ, 2023. 164 с.
3. Памятка по защите и противодействию БПЛА противника. Книга врага, ворожою мовою. Київ: СВАРОГ, 2024. 26 с.

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частині забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

Сула Володимир Євгенович, старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sula72@ukr.net

LyubichVolodymyrVolodymyrovych – is the leading construction expert in the part ensuring the safety of human life and health, protection of the natural environment and ensuring sanitary and epidemiological well-being of the population ТОВ "Engineering and Construction Bureau" LLC, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich – teacher of the department of military training, Vinnytsia, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

SulaVolodymyrYevhenovych, – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: sula72@ukr.net

Anatolii Shyian, Liliia Nikiforova

ARTIFICIAL/ABSTRACT LANGUAGES AS AN ELEMENT OF INCREASING DRONE EFFICIENCY/RELIABILITY/SUSTAINABILITY ON THE BATTLEFIELD

Annotation. The presented results relate to the universal requirements and mandatory elements that determine the new capabilities of drones on the battlefield.

Keywords: drone, artificial language, efficiency, activity, battlefield.

Introduction. The drones are wide usage in combat operations. Many articles are on the control of drone movement, especially topology of trajectories and about abstract languages.

Transition to problem statement. Motivation. Today the anti-drone EWs are wide using. The jammers/drone identifiers (electromagnetic radiation of the drone itself) are the target. The need for constant communication/control with the drone operator is the target. The loss of control of the drone by the operator → shot down, crashed, self-destruction of the drone. The direction finding of signals to/from the operator, especially to the operator, as a drone has a wide radio signal pattern. It is needed the reduce signal exchange traffic by redistributing control between the drone and the operator.

Methodology. The drones are increasingly used as separate combat units (units) that replace the combat apparatus that was previously piloted by a person. However, it is not taken into account that the human role is to make decisions. Only in this a person cannot be replaced. There are already existing autopilots, automatic limiters, etc. for maneuvering moving objects (eg airplanes), automatic cars/taxis, etc. Taking into account all this, the constant drone-operator communication is no longer needed today. A human operator is needed only at the decision-making stage. That is, when you need to re-program/change the behavior of the drone. Here the re-programming/modification consists of replacing one piece of the drone's behavior with another piece that only changes part of the drone's behavior.

For people, language performs such a task. But every language is strengthened by learning. A person learns, brings to automatism some sets of actions (which correspond to given words/phrases). For this, a person often uses so-called “keywords” (=terms), which make up the so-called “professional language”).

A drone control method based on artificial/abstract language. To form an artificial/abstract language, one must first formalize the activity of the drone.

It is necessary to formalize the separate operations that make up the activity of the drone.

For example, for an aerial drone, it can be: flight elements (course, altitude, aerobatic elements, etc.), activity elements (target to impress, attack trajectory, required weapon to use, etc.).

All such items must be programmed for the drone. Each of them should be marked with a separate “letter” of the alphabet of the language.

The “word” will then be a certain set of “letters” (which are performed by the drone in sequence). Let's emphasize that not all words are “allowed” in the sense that there will be “prohibitions” for certain “letters” to stand before/after certain “letters”. This is quite obvious because not all elements of drone behavior can be performed sequentially, one after the other.

Thus, the “word” will correspond to a separate “element of typical tasks” that the drone can/should perform. This means that the “word” is an element of a higher order than the “letter”.

Such “elements of typical problems” (=“words”) should already have a certain level of universality, that is, they can be used for a certain range of related problems and/or for a certain range of external conditions. However, it should be noted that in a number of cases it is possible to create “new words” that will describe the task of the drone only/exclusively for certain, fully specified conditions (they can be called “one-time words”, and do not forget to delete them from the drone's memory after execution of this particular/specific task).

A “sentence” would then describe a fairly large (in some sense “closed”) “fragment of a drone operation/activity”, or even the entire operation/combat task.

It is desirable to build “grammar” as analytical, when the “meaning/meaning” of the “word” will depend on its position in the “sentence”.

Discussion and outlook.

Drone performs standard behavior/operations most of the time. Communication with a human operator is not necessary here.

For example, the approach of a drone to a target in the depth of defense requires the presence of a communication process only in a very limited number of points/fragments of its trajectory or moments of time.

The drone can transmit several photos for correction/non-correction of its further behavior. Such photos can be 1) compressed in volume, 2) transmitted at high speed (pulse), 3) transmitted by a narrowly directed channel. This will dramatically reduce the probability of 1) interception of information and 2) direction finding by the enemy.

Correction can also be done briefly using “letters”, “words” or “sentences”. For example, the correction may include the following flight elements: turn angle, required height, speed, etc. Transmitted correction, which uses an artificial/abstract language, is short-lived, secure (letter encoding may change frequently), use a narrowly directed channel.

The use of artificial/abstract language causes problems for the enemy to decipher. And replacing the encryption of individual letters will be an additional complication.

During combat, the use of artificial/abstract language allows the use of short signals, switching to other frequencies and other signal carriers (radio signals, lasers, acoustics, drone design fronts, etc.). At the same time, words can be repeated at different frequencies and by different means of communication.

The possibility of transmitting from the drone to the operator not a continuous video, but short fragments or even individual compressed photos. This reduces traffic volume, transmission time and increases management security.

Also in this case, information processing and selection of the (optimal) solution can be carried out on powerful computers of the command center. This will allow the use of much less powerful processors on drones.

There is a possibility of hardware multiplication/duplication of processors that arise in the process of training the drone. This allows you to record the learning results not as a program code, but directly into the drone's processor. As a result, this provides the possibility of serial production of a better "brain" for drones, which leads, as a result, to their cheaper price.

A part of the elementary operations of the drone will be performed “automatically”, that is, a person will not slow down the activity of the drone, as this excludes the human reaction time (which is several orders of magnitude greater than the “drone reaction” time and the influence of human emotions on both the reaction and the choice of an option decision).

In this way, both the cost reduction of drones and the improvement of the effectiveness of their combat use are achieved.

A similar approach can also be applied to coordinator drones, which will allow programming the behavior of an autonomous, hierarchically organized swarm of drones (see [1,2]).

References

1. Shyian, Anatolii. Approach to Conception and Modeling for Distributed Hierarchical Control for Autonomous Drone Swarm (September 12, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4569538> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4569538>. 18 p.
2. Shyian, Anatolii. Approach to conception and modeling for distributed hierarchical control for autonomous drone swarm. *Advances in Machine Learning & Artificial Intelligence*. 2024. V. 5, N 1.01-08.

Shyian Anatolii A., PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor in Department of Management and Security of Information Systems, e-mail: anatoliy.a.shyian@gmail.com Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5418-1498>

Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske highway 95, Vinnytsia, 21021.

Nikiforova Liliia O., PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor in Department of Management and Security of Information Systems, e-mail: nikiforovalilia@gmail.com Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7034-607X>

Vinnytsia National Technical University, Khmelnytske highway 95, Vinnytsia, 21021.

Р. В. Василенко, В. М. Колеснік

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО НЕБЕЗПЕЧНУ ВИСОТУ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА

Анотація: Застосування систем повітряних сигналів (СПС) дозволяє підвищити точність вимірювань за рахунок застосування загального обчислювача і централізованої компенсації похибок, зменшити загальну масу і габарити системи за рахунок зменшення кількості дублюючих і однотипних приладів. Поєднання розробленої моделі визначення небезпечної висоти з системою повітряних сигналів (СВС-2Ц) та обмежувальних сигналів (СОС-2) надає можливість забезпечити екіпаж інформацією про наближення до критичного режиму за параметрами зниження для своєчасного внесення корекції у керування літаком.

Ключові слова: повітряне судно, система повітряних сигналів, система обмежувальних сигналів, інформаційний комплекс висотно-швидкісних параметрів, математична модель.

Abstract: The use of airborne signalling systems allows to increase the accuracy of measurements by using a common calculator and centralised error compensation, to reduce the overall weight and dimensions of the system by reducing the number of duplicate and similar instruments. The combination of the developed model for determining the hazardous altitude with the airborne signal system and limiting signals makes it possible to provide the crew with information about the approach to the critical mode in terms of descent parameters for timely correction of the aircraft control.

Key words: aircraft, air signal system, system of limiting signals, information complex of altitude-speed parameters, mathematical model.

Застосування повітряних суден в бойових діях передбачає оперативність, точність та раптовість дій, що накладає певні вимоги на системи літака. Підвищення точності аерометричних пілотажно-навігаційних приладів шляхом урахування всіх можливих факторів призводить до застосування у них лічильно-обчислювальних схем, ускладнення конструкції та збільшення загальної маси цих приладів, а також до ускладнення систем повітряного живлення. Крім того, більшість цих приладів не має електричного виходу, тому на борту ПС встановлюються додаткові пристрої видачі аерометричних параметрів у вигляді електричних сигналів (коректори та датчики висоти, датчики повітряної швидкості і т. ін.). Це призводить до невиправданого дублювання та збільшення кількості приладів, тому більш раціональним є визначення великої кількості аерометричних параметрів у межах єдиної системи, яка забезпечувала б як роботу індикаторів, так і видачу електричних сигналів з інформацією про значення аерометричних параметрів.

Система попередження про небезпечну висоту літака Су-27 базується на цифровій СПС та системі обмежувальних сигналів СОС-2. Вона містить схему вироблення сигналів про небезпечне зниження, побудовану на основі моделі (рис. 1).

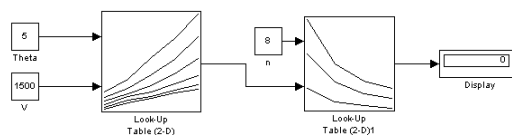


Рис. 1. Simulink-модель реалізації залежностей $f(\theta, V)$ та $H(n_y, f)$

З аналізу обмежень за висотою при пікіруванні розроблена математична модель автоматичного отримання даних про втрату висоти при визначених аеродинамічних та аерометричних параметрах польоту. Дана модель являє собою Simulink-модель [3] реалізації залежностей $f(\theta, V)$ та $H(n_y, f)$, як функцій двох аргументів. На рисунку 1 показані $f(\theta, V)$ – залежність деякої певної функції від кута нахилу траєкторії та повітряної швидкості польоту – та $\Delta H_{\text{вив.}}(n_y, f)$ – залежність витраченої при виведенні з пікірування висоти від нормального перевантаження та функції f .

Загальна *Simulink*-модель зображена на рис. 2.

На схемі позначені:

- *Constant5* – блок завдання нормального перевантаження;
- *Dersvative1* – диференціювання висоти;
- *Gain3* – переведення швидкості з м/с у км/год.;
- *Product3* – блок ділення (у моделі кут нахилу траєкторії обчислюється за формулою

$\Theta = \arcsin \frac{V_y}{V}$, і у цьому блоці вертикальна швидкість ділиться на повітряну, яка біля землі приблизно дорівнює приладовій; у реальному комплексі ІК ВСП2-10 сигнал θ надходить з СОС-2);

- *Trigonometric Function* – обчислення арксинуса у формулі $\Theta = \arcsin \frac{V_y}{V}$;
- *Gain4* – переведення кута θ з радіанної у градусну міру;
- *Gain5* – інвертор;
- *Theta* – осцилограф для відображення кута нахилу траєкторії;
- *Display* – монітор для відліку обчисленої висоти $\Delta H_{\text{Вив.}}$ виведення літака з пікірування;
- *Switch* – релейний елемент для увімкнення сигналу ОПАСНОЕ СНИЖЕНИЕ;
- *Display4* – монітор для відображення сигналу ОПАСНОЕ СНИЖЕНИЕ;
- *Display5* – монітор для відліку різниці висот $H_a - \Delta H_{\text{Вив.}}$;
- *Constant1* та *Constant2* – блок завдання сигналів: 0 – сигнал відсутній, 1 – сигнал ϵ .

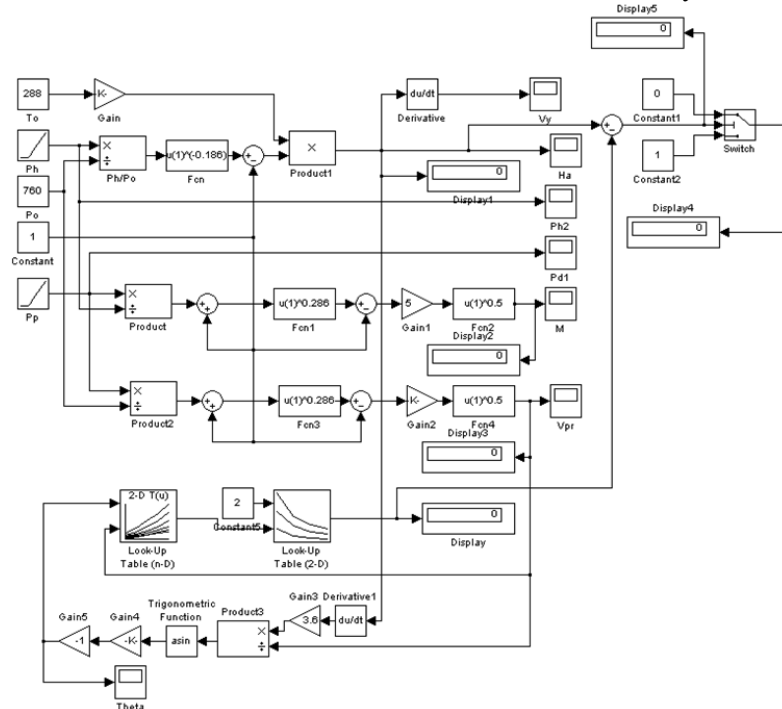


Рис. 2. *Simulink*-модель системи попередження про небезпечне зниження
Схема працює таким чином.

Абсолютна висота обчислюється за гіпсометричною і подається на суматор. На його інший вхід надходить сигнал висоти виведення з пікірування, обчислений у схемі рис. 1. При $H_a - \Delta H_{\text{Вив.}} \geq 0$ сигнал на виході релейного елементу *Switch* дорівнює нулю (сигналізація відсутня); в іншому випадку видається одиниця – сигнал ОПАСНОЕ СНИЖЕНИЕ.

Для дослідження роботи моделі були задані початкові умови:

- час польоту – 30 секунд;
- $P_h = 560$ мм. рт. ст., який відповідає висоті 2600 м; надалі він збільшується на 5,46 мм. рт. ст. щосекунди, що імітує зниження до 400 м (рис. 3, а);
- $P_p = 40$ мм. рт. ст., що відповідає приладовій швидкості 510 км/год., а з кожною секундою він зменшується на 0,6 мм. рт. ст., що імітує гальмування літака до швидкості 375 км/год. (рис. 3, б);
- кут пікірування, визначений зі співвідношення V_y та V , дорівнює 37° ;

– нормальне перевантаження $n_y = 2$.

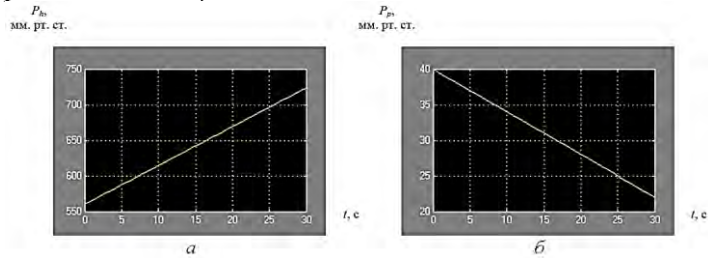


Рис. 3. Зміна тисків з часом:
 a – статичного; b – динамічного

При таких початкових умовах на виході моделі видається сигнал ОПАСНОЕ СНИЖЕНИЕ (1). Осцилограми динаміки аерометричних параметрів польоту зображені на рис. 4, $a \dots d$.

Якщо перевантаження n_y збільшиться до 3 одиниць, сигнал відсутній.

Працездатність цієї моделі можна дослідити, задавши два змінних параметри (аргументи) при незмінному значенні третього і отримавши на виході значення висоти виводу з критичного режиму польоту.

Отже, математична модель системи попередження про небезпечне зниження літака функціонує згідно з покладеними на неї задачами і може служити основою для побудови реальної системи.

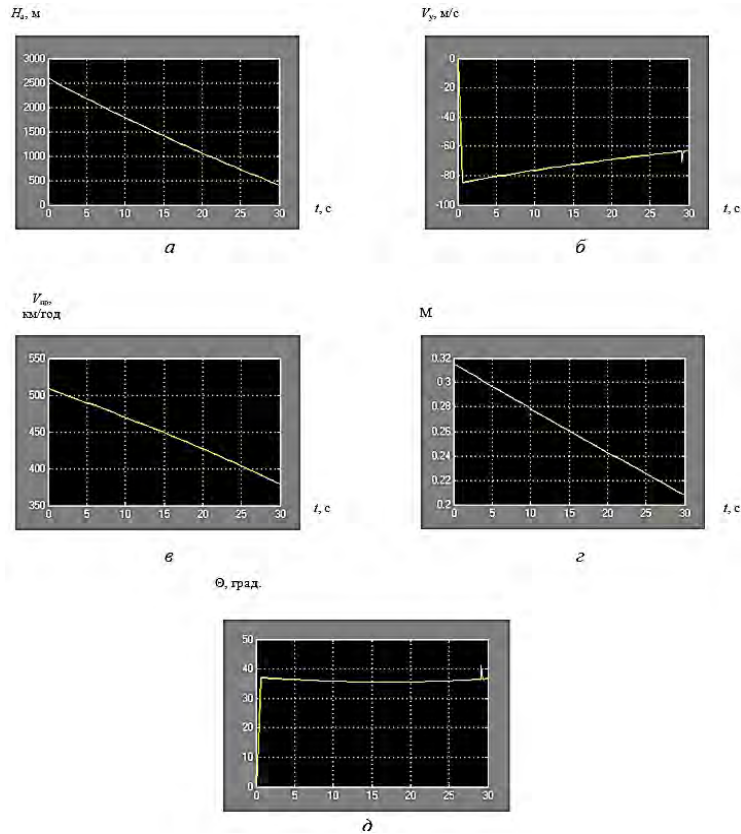


Рис. 4. Графіки залежностей аерометричних параметрів:
 a – абсолютної висоти; b – вертикальної швидкості; c – приладової швидкості;
 g – числа М; d – кута пікірування

Поєднання моделі визначення небезпечної висоти з системою повітряних сигналів СВС-2Ц та обмежувальних сигналів СОС-2 надає можливість забезпечити екіпаж інформацією про наближення до критичного режиму за параметрами зниження для своєчасного внесення корекції у керування літаком.

Список використаних джерел:

1. Зарубін А.М. Аерометричні прилади та системи: навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014.

2. Цифрові системи обмежувальних сигналів: навч. посіб. / Р.В. Василенко. – Х. : ХНУПС, 2022.

3. Суханов О.Ю., Лиходєєв О.С., Полонський О.І. Математичне моделювання пілотажно-навігаційних комплексів. – Х. : ХІ ВПС, 2002.

Василенко Роман Вікторович, старший викладач кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, spike75.rv@gmail.com., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Колеснік Вадим Миколайович, старший технік групи обслуговування авіаційного обладнання в/ч А1356, місто Миргород, ien4323nerv@gmail.com.

Vasilenko Roman Viktorovich, senior lecturer at the Department of Aviation Operations of Aircraft and Helicopters, Aviation Engineering Faculty, Kharkiv National University of Military Forces named after Ivan Kozhedub, Vi Nnitsya, spike75.rv@gmail.com., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Kolesnik Vadim Mikolayovich, senior technician of the aviation equipment maintenance group, military unit A1356, Mirgorod town, ien4323nerv@gmail.com.

В. В. Любич, М. Г. Домненко

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЦІЛЕЙ В РАДІОЛОКАЦІЇ

Анотація: *підвищення ефективності виявлення малорозмірних цілей у радіолокації є важливим завданням, оскільки такі цілі, як дрони, птахи, або інші невеликі об'єкти, мають малу ефективну площу розсіювання (ЕПР) і можуть зливатися з фоновими перешкодами.*

Ключові слова: *радіолокація, радар, доплерівський ефект.*

Annotation: *Improving the detection efficiency of small-sized targets in radar is an important task, because targets such as drones, birds, or other small objects have a small effective scattering area (RCS) and can blend into background interference.*

Keywords: *Radar, radar, Doppler effect.*

Підвищення ефективності виявлення малорозмірних цілей у радіолокації є важливим завданням, особливо в умовах загрози, яка зростає з боку малих безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА), птахів або інших невеликих об'єктів.

Для досягнення цієї мети можна використовувати кілька методів і технологій. Наприклад, **використання високочастотних радарів:** високочастотні радіолокаційні системи (наприклад, у діапазонах X, Ka, або Ku) мають меншу довжину хвилі, що дає змогу краще розрізняти дрібні цілі. Такий підхід підвищує точність і здатність виявлення малих об'єктів, оскільки дозволяє розрізняти деталі розміром у кілька сантиметрів.

Основними характеристиками цього методу є:

Краща роздільна здатність: оскільки високочастотні радары мають меншу довжину хвилі, що дозволяє краще виявляти дрібні деталі та об'єкти з малими розмірами. Це особливо корисно для розпізнавання дронів, птахів або інших невеликих об'єктів. Вища частота забезпечує кращу кутову роздільну здатність, що дає змогу точніше визначати місце знаходження цілі.

Покращене відбиття від малих об'єктів: малорозмірні об'єкти, як-от дрони різних розмірів та призначень, мають меншу ефективну площу розсіювання (RCS або ЕПР), тому їх важче виявити. Високочастотні радары можуть краще «бачити» такі об'єкти, оскільки хвилі меншої довжини краще відбиваються від невеликих поверхонь, що підвищує ймовірність виявлення цілі навіть на великій відстані.

Можливості роботи в складних умовах: високочастотні радары мають кращі можливості роботи у таких складних середовищах, як міська місцевість або густий ліс. Через меншу довжину хвилі вони здатні точніше відрізняти об'єкти на фоні перешкод. Здатність працювати в умовах сильної відбитості від земної поверхні або інших об'єктів допомагає зменшити вплив шуму і фонових відбиттів.

Підходить для встановлення на мобільних платформах: завдяки своїм невеликим розмірам і меншій масі високочастотні радары підходять для встановлення на безпілотних літальних апаратах, аеростатах, автомобілях або переносних системах. Це дає змогу швидко розгортати радарні системи в потрібних місцях. Ці радары можуть використовуватися як на стаціонарних, так і мобільних платформах для розширення зони спостереження.

Комбінація з іншими системами радіолокації: високочастотні радары можуть працювати в комплексі з радарями інших діапазонів (низької чи середньої частоти) для забезпечення багатопарового покриття. Це дає змогу використовувати переваги кожного діапазону частот.

Застосування в авіації: високочастотні радары використовуються в системах авіаційного моніторингу для виявлення птахів або інших об'єктів, що можуть становити небезпеку для літаків.

Обмеженнями щодо використання високочастотних радарів можуть бути:

Чутливість до погодних умов: високочастотні хвилі можуть бути більш чутливими до таких атмосферних явищ, як дощ, туман або сніг, що знижує їх ефективність.

Мала дальність дії: радары високих частот зазвичай мають меншу дальність дії порівняно з низькочастотними радарями, тому їх краще використовувати для виявлення цілей на ближніх і середніх дистанціях.

Шляхами поліпшення роботи подібних радарів можуть бути:

Поліпшення просторової роздільної здатності: використання фазованих антенних решіток дає змогу поліпшити роздільну здатність радарів, забезпечуючи більш точне визначення положення малих цілей. Збільшення кількості елементів антени та використання цифрового формування діаграми спрямованості дає можливість ефективніше виявляти малорозмірні об'єкти.

Фільтрація за доплерівською швидкістю: малорозмірні цілі, такі як дрони, зазвичай мають відносно низьку швидкість руху. Використання доплерівської фільтрації допомагає відокремити малорухливі об'єкти від фонових перешкод і статичних елементів (наприклад, дерев, будівель). Цей метод дає змогу покращити сигнал від малих цілей і зменшити вплив шумів.

Фільтрація за доплерівською швидкістю є ефективним методом виявлення рухомих об'єктів у радіолокації. Вона заснована на ефекті Доплера, який полягає у зміні частоти радіохвиль, що відбиваються від рухомої цілі, залежно від її швидкості відносно радіолокатора. Цей метод має кілька важливих аспектів і застосувань, особливо для виявлення таких малорозмірних цілей, як дрони.

Коли об'єкт рухається до радіолокатора, частота відбитого сигналу збільшується, а коли об'єкт віддаляється – зменшується. Це явище відоме як Доплерівський зсув частоти.

Радіолокатор може вимірювати зміни частоти відбитого сигналу та використовувати ці дані для визначення радіальної швидкості об'єкта, тобто швидкості вздовж лінії між об'єктом і радіолокатором.

Фільтрація за доплерівською швидкістю дає змогу:

1. Відокремити рухомі цілі від статичних об'єктів (наприклад, будівель, дерев, землі). Оскільки статичні об'єкти не створюють доплерівського зсуву, їхні відбитки можна ефективно відфільтрувати.

2. Відрізнати малорозмірні цілі від фонового шуму. Деякі дрони можуть мати дуже невеликий радіолокаційний відбиток, але завдяки їхній швидкості вони створюють характерний доплерівський зсув, який можна виявити навіть при слабкому відбитому сигналі.

Переваги доплерівської фільтрації:

1. Зменшення кількості хибних тривог: фільтрація допомагає уникати помилкових виявлень, викликаних статичними об'єктами або шумом. Це підвищує точність системи виявлення.

2. Покращення виявлення малих і швидко рухомих цілей: за допомогою аналізу доплерівського зсуву можна визначити навіть невеликі дрони, які рухаються з певною швидкістю, відокремлюючи їх від повільніших об'єктів або природних перешкод (наприклад, птахів).

Моніторинг швидкісних характеристик цілі: доплерівська фільтрація дає змогу не тільки виявити об'єкт, але й оцінити його швидкість, що є важливим для класифікації цілі та визначення її типу.

Доплерівська фільтрація застосовується в різних типах радарів:

- імпульсно-доплерівські радары: використовують комбінацію імпульсної та доплерівської обробки для виявлення цілей. Такі радары підходять для виявлення швидко рухомих об'єктів, наприклад, літаків чи ракет;

- безперервно-хвильові радары (CW радары): постійно випромінюють сигнал і вимірюють доплерівський зсув, але не можуть визначити відстань до об'єкта. Вони добре підходять для оцінки швидкості об'єктів;

- фазовані антенні решітки: можуть використовувати доплерівську фільтрацію у поєднанні з адаптивним формуванням діаграми спрямованості, що підвищує чутливість і точність системи.

Фазовані антенні решітки (ФАР) є однією з найперспективніших технологій у сфері радіолокації, зв'язку та інших застосувань, завдяки їхнім значним перевагам, порівняно з традиційними антенними системами. ФАР дозволяє реалізувати адаптивне формування діаграми спрямованості, що покращує точність та швидкість виявлення цілей. Це особливо важливо у військових радіолокаційних системах для виявлення малих і швидко рухомих об'єктів. У системах зв'язку ФАР суттєво підвищує пропускну здатність завдяки можливості симультанної передачі даних на кілька напрямків, що є особливо цінним для 4G та 5G-мереж. Завдяки новим технологіям виробництва (наприклад, 3D-друк) забезпечується зниження вартості антенних систем, що зробить їх доступнішими та масовішими у виготовленні для широкого спектра застосувань. Крім того, ФАР можуть виконуватися більш компактними та легкими, що робить їх ідеальними для використання в переносних або компактних пристроях.

Недоліками використання методу, заснованого на доплерівському ефекті, є:

- *малорухомі об'єкти*: якщо об'єкт рухається повільно, доплерівський зсув буде незначним, що ускладнює його виявлення;
- *складні траєкторії руху*: у випадку, коли ціль рухається зі змінною швидкістю або хаотично (наприклад, деякі дрони), фільтрація може бути менш ефективною;
- *вплив перешкод*: штучні або природні перешкоди, що створюють відбиття з подібним доплерівським зсувом, можуть викликати хибні спрацьовування.

Водночас напрямками підвищення ефективності подібних систем є:

- *застосування багатопозиційних радарів*: багатопозиційні системи складаються з кількох радарів, розташованих у різних точках, що дає змогу створювати більш повну картину положення об'єктів. Завдяки цьому можна знизити ймовірність пропуску малих цілей, а також поліпшити точність визначення їхньої траєкторії;
- *використання штучного інтелекту та машинного навчання*: застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу радіолокаційних даних допомагає автоматично розпізнавати малорозмірні цілі та відрізнити їх від шумів або природних перешкод (наприклад, птахів). Штучний інтелект може навчатися на великих наборах даних, що дозволяє покращити ефективність виявлення навіть у складних умовах;
- *збільшення частоти оновлення даних*: підвищення частоти оновлення інформації від радарів дає змогу швидше виявляти швидко рухливі малі цілі та відстежувати їх траєкторію в реальному часі. Це важливо для своєчасного реагування на потенційні загрози.

Висновки: підвищення ефективності виявлення малорозмірних цілей у радіолокації потребує комплексного підходу, що охоплює використання сучасних технологій, алгоритмів обробки сигналів та інтеграції з іншими методами виявлення. Такі заходи значно покращують здатність радарів виявляти навіть найменші повітряні загрози.

Список використаних джерел:

1. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта та ін. Харків: ХУПС, 2013. 212 с.: іл. (Укр. мов.)
2. Озброєння радіотехнічних підрозділів і частин ППО. Наземний радіолокаційний запитувач НРЗ-П: навч. посіб. / О. С. Маляренко та ін. Харків: ХВУ, 2003.

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading expert in ensuring the safety of life of healthy people, protecting the excess natural environment and ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of LLC “Engineering Bureau”, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Domnenko Mikola Grigorovich – speaker of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mikoladomnenko568@gmail.com

В. В. Любич, М. Г. Домненко

ВИКОРИСТАННЯ ПІКІРУВАННЯ НА ЦІЛЬ FPV-ДРОНОМ В УМОВАХ РОБОТИ ВОРОЖИХ ЗАСОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Анотація: з огляду на масове використання противником різноманітних засобів радіоелектронної боротьби та радіоелектронного подавлення управління дронами існує потреба у постійному вдосконаленні тактичних прийомів, одним з яких є пікірування дрона на ціль. Пікірування FPV-дрonom на ціль в умовах роботи ворожих засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) є ефективною тактикою для подолання електронних перешкод і забезпечення точного ураження.

Ключові слова: FPV-дрон, радіоелектронна боротьба, пікірування.

Annotation: In connection with the massive use by the enemy of various means of radio-electronic warfare and radio-electronic control suppression of drones, there is a need for constant improvement of tactical techniques, one of which is the diving of a drone on a target. Pointing an FPV drone at a target in the presence of enemy electronic warfare (EW) equipment is an effective tactic for overcoming electronic interference and ensuring accurate damage.

Keywords: FPV drone, electronic warfare, diving.

Пікірування FPV-дрonom – це тактичний маневр, при якому дрон різко знижується під кутом для швидкого наближення до цілі. Це ефективний спосіб атакувати ціль з високою точністю та мінімізувати час реакції противника.

Для якісного пікірування на ціль є можливим такий метод: **швидке зниження на ціль під крутим кутом**. Використання пікірування під крутим кутом (наприклад, 45–90 градусів) дає змогу скоротити час перебування дрона в зоні впливу радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ). Чим крутіший кут, тим менше часу дрон піддається електронним перешкодам.

Оптимальна висота для початку атаки залежить від типу дрона та цілі, але зазвичай становить 100–300 метрів. Кут пікірування може варіюватися від 45 до 90 градусів, залежно від умов місцевості та захищеності цілі.

Перед атакою дрон повинен піднятися на необхідну висоту та зайняти оптимальну позицію над ціллю, залишаючись поза зоною виявлення противником, наприклад, використовуючи особливості рельєфу.

Під час пікірування дрон має набирати максимальну швидкість, щоб зменшити вплив засобів РЕБ. Це можна досягти шляхом скорочення кута атаки під час наближення до цілі.

Перевагами такої атаки з високого кута є:

- *зменшення часу на реакцію противника*: при пікіруванні з високого кута дрон набирає високу швидкість, що ускладнює його виявлення та перехоплення;
- *зниження впливу РЕБ*: менший час перебування в зоні дії засобів РЕБ зменшує ймовірність втрати сигналу чи придушення навігації;
- *збільшення кінетичної енергії*: дрон, що рухається з великою швидкістю по крутій траєкторії, має більше кінетичної енергії, що підвищує ефективність атаки навіть у випадку обмеженої вибухової потужності;
- *обхід перешкод*: пікірування з висоти може дозволити обійти такі перешкоди, як стіни, дерева або захисні споруди;
- *зменшення висоти перед атакою*: дрон може здійснити початковий підхід на невеликій висоті, а потім різко піднятися і пікірувати на ціль, щоб уникнути раннього виявлення РЕБ і перешкодити роботі засобів подавлення.

Зменшення висоти перед атакою FPV-дрonom є ефективною тактикою для уникнення ворожих засобів (РЕБ) і підвищення шансів на успішне ураження цілі. Цей підхід дає змогу знизити видимість дрона для радарів і систем виявлення, а також скоротити час перебування в зоні дії РЕБ.

Для використання цього маневру слід виконувати політ на висоті до 5–10 метрів над землею для уникнення виявлення РЕБ або оптичними засобами. Це дозволяє дрону залишатися поза зоною дії більшості засобів радіоелектронного придушення. У разі, якщо дрон початково

летить на більшій висоті, він може різко знизитися до 10–30 метрів перед початком пікірування, щоб уникнути виявлення та скоротити час перебування в зоні впливу РЕБ.

Летячи на низькій висоті, дрон може використовувати природні перешкоди (дерева, будівлі, пагорби) для укриття. Це ускладнює виявлення дрона та дозволяє наблизитися до цілі непоміченим.

Після наближення до цілі на низькій висоті дрон може різко набрати швидкість і пікірувати на ціль під крутим кутом (наприклад, 45–90 градусів). Така дія знижує час на реакцію противника і підвищує точність ураження.

На низькій висоті дрон може розігнатися, щоб досягти максимальної швидкості перед пікіруванням. Це збільшить його кінетичну енергію та підвищить ефективність ураження цілі.

Відомі такі переваги зменшення висоти перед атакою:

– *зниження видимості дрона*: політ на низькій висоті може ускладнити виявлення дрона радіолокаційними та оптичними засобами противника;

– *зменшення впливу РЕБ*: низький політ дозволяє уникати зон з інтенсивним електронним придушенням і скорочує час, протягом якого дрон може піддаватися радіоелектронним перешкодам;

– *покращення маневреності*: на невеликій висоті дрон може швидко змінювати траєкторію, використовуючи рельєф місцевості для укриття.

При цьому бажано застосовувати таку техніку виконання пікірування:

– *початок пікірування*: оператор має чітко визначити момент, коли потрібно починати пікірування, що зазвичай робиться на певній відстані від цілі, щоб забезпечити правильну траєкторію і швидкість наближення;

– *контроль швидкості*: під час пікірування важливо контролювати швидкість, щоб уникнути втрати керованості, звертаючи увагу на те, що занадто велика швидкість може ускладнити точне наведення на ціль, тоді як недостатня швидкість може дати противнику більше часу для реакції на знищення дрона;

– *корекція траєкторії*: під час пікірування оператор повинен бути готовий до корекції курсу для точного наведення на ціль, адже це особливо важливо, якщо ціль рухається або є складні погодні умови (вітер, турбулентність тощо).

Під час тренувань важливо розвивати навички швидкого і точного розпізнавання цілі на екрані, що забезпечує своєчасний початок корекції траєкторії.

Після кожного тренування або бойової атаки важливо аналізувати відеозаписи та телеметрію, щоб виявити помилки та вдосконалювати навички. Також слід постійно проводити оцінку точності ураження цілі, а саме: визначати відхилення від цілі та здійснювати аналіз причин (недостатня швидкість, неправильний кут пікірування тощо), які дозволитимуть коригувати техніку польоту для виконання подальших завдань.

Атака FPV-дроном із пікіруванням в умовах роботи ворожих РЕБ може бути надзвичайно ефективною за умови правильного планування та використання автономних систем, маневрів та заходів захисту від радіоелектронного придушення. Розвиток навичок та вмінь точного пікірування FPV-дроном вимагає комплексного підходу, використання спеціального обладнання та тактичних прийомів, постійного вдосконалення техніки пілотування завдяки постійним тренуванням, розумінню тактики та врахуванню впливу зовнішніх факторів. Це забезпечить високу ефективність вдалих дій на полі бою.

Список використаних джерел:

1. Бойовий статут військ протиповітряної оборони Сухопутних військ Збройних Сил України (Частина III) / колектив авторів військ протиповітряної оборони Командування Сухопутних військ ЗС України. Київ, 2016.

2. Командиру підрозділу по застосуванню бпак тактичного рівня (за досвідом проведення ООС (раніше АТО)). Київ: Центр учбової літератури, 2022. 66 с. / URL: https://jurkniga.ua/contents/komandiru-pidrozdlu-po-zastosuvannuu-bpak-taktichnogo-rivnya-zadovidom-provedennya-oos-ranisce-ato_1.pdf

3. Засоби радіоелектронної боротьби ворога: посібник IP G7 / URL: <http://ukr-merezha.com/dovs/13-zasoby-radioelektronnoyi-borotby-voroaha.html>

4. Боротьба з безпілотними літальними апаратами (за досвідом проведення ООС (раніше АТО) / Центр оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України спільно з Головним управлінням підготовки Збройних Сил України. Київ: Центр учбової літератури, 2022. 43 с. URL: <https://jurkniga.ua/contents/borotba-z-bezpilotnymy-litalnymy-aparatamy-za-dosvidom-provedennia-oos-ranishe-ato.pdf>

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading construction expert in the area of ensuring the safety of human life and health protection of the natural environment and provision of sanitary and epidemiological well-being of the population "Engineering and Construction Bureau" LLC, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Mykola Hryhorovych Domnenko – teacher of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mikoladomnenko568@gmail.com

В. В. Любич, М. Г. Домненко, В. А. Юхно

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОСТАТІВ ЗАГОРОДЖЕННЯ

Анотація: Досвід, отриманий у результаті бойових дій з початку повномасштабного вторгнення російської федерації, показав, що на перший план у сучасній війні виходять безпілотні літальні апарати різних типів. Метою роботи є розроблення методів захисту об'єктів від ударів безпілотних літальних апаратів за допомогою застосування аеростатів загородження і встановлення на них систем радіоелектронної боротьби та придушення.

Ключові слова: аеростат загородження, радіоелектронна боротьба, радіоелектронне придушення.

Annotation: The experience gained as a result of hostilities since the beginning of the full-scale invasion of the Russian Federation has shown that unmanned aerial vehicles of various types come to the fore in modern warfare. The purpose of the work is to develop methods of protecting objects from strikes by unmanned aerial vehicles, using barrier balloons and installing electronic warfare and suppression systems on them.

Keywords: Balloon barrage, radio-electronic warfare, radio-electronic suppression.

Аеростати загородження можуть бути ефективним засобом боротьби з дронами, особливо в умовах, коли є загроза атак безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на військові або стратегічні об'єкти. Їхня основна мета – створення фізичних бар'єрів у повітрі, щоб перешкоджати руху дронів або змушувати їх змінювати курс.

Основними властивостями та перевагами застосовування аеростатів загородження для боротьби з дронами є *створення фізичного бар'єру*: аеростати, обладнані тросами або іншими перешкодами, можуть утворювати мережу в повітрі на різних висотах, що значно знижує ризик проникнення дронів у захищену зону, оскільки дрібні безпілотники можуть зачепитися за троси або пошкодити свої гвинти.

Створення фізичного бар'єру з використанням аеростатів і встановленням сітки між ними є цікавим підходом для захисту від дронів. Така система може забезпечити фізичне перешкоджання польотам безпілотників і підвищити рівень захисту певних об'єктів. Ось як цей метод може бути реалізований:

1) **Принцип дії:** аеростати встановлюються на певній висоті та розміщуються на відстані один від одного, створюючи «лінію оборони». Між ними натягується сітка або інший матеріал, який утворює фізичний бар'єр у повітрі. Дрони, що намагаються проникнути у захищену зону, з великою ймовірністю будуть зачеплюватися за сітку і зазнавати пошкоджень або втрачати керування.

2) **Матеріали для сітки:**

Металеві або полімерні троси, які досить міцні для зупинки більшості дронів, але легкі, щоб не створювати значне навантаження на аеростати.

Кевларові нитки: легкі й міцні, забезпечують хорошу стійкість до погодних умов.

Електропровідні сітки: можуть бути використані для створення електричного бар'єру, що виводить з ладу дрони при контакті.

3) **Розташування та конфігурація:** сітка може бути розміщена вертикально або похило, залежно від умов місцевості та необхідної зони захисту. Аеростати можна розміщувати на різних висотах для створення багоярусного бар'єру, який перекриває доступ на різних рівнях польоту дронів.

4) **Мобільність і швидке розгортання:** аеростати можна швидко розгорнути в необхідному місці та встановити сітку для тимчасового захисту об'єкта. Це особливо корисно у випадках, коли потрібен швидкий захист або коли зона загрози змінюється.

5) **Захист від різних типів дронів:** фізичний бар'єр ефективний проти більшості малих і середніх дронів, оскільки вони не мають достатньої сили для прориву крізь сітку. Однак, для великих безпілотників або тих, що оснащені спеціальними засобами обходу, може знадобитися посилена конструкція.

6) **Комбінація з іншими методами:** сітка між аеростатами може використовуватися разом з іншими засобами захисту, такими як електронне глушіння, щоб забезпечити комплексний захист.

Наприклад, можна встановити датчики для виявлення дронів і активувати електричну сітку для нейтралізації дронів при наближенні.

Цей спосіб можливо застосовувати для фізичного захисту енергетичних об'єктів у тилу.

7) **Розміщення радіолокаційних та електронних сенсорів:** аеростати можна обладнати датчиками, що виявляють БПЛА, які наближаються. Сенсори можуть передавати дані на наземні пункти управління для швидкого реагування на загрозу. Розміщення радіолокаційних та електронних сенсорів на аеростатах може суттєво підвищити ефективність виявлення та боротьби з дронами. Такий підхід дає змогу використовувати аеростати як підвищені платформи для спостереження, що надає кілька важливих переваг

8) **Підвищення дальності виявлення:** аеростати можуть підніматися на висоту до кількох кілометрів, що забезпечує ширший огляд території. Це значно збільшує радіус дії радіолокаційних систем і дозволяє виявляти дрони на великих відстанях, завдяки чому надається більше часу для реагування на загрозу.

9) **Моніторинг великих територій:** завдяки висотному розташуванню аеростати дозволяють охоплювати більшу площу, порівняно з наземними системами. Це особливо корисно для охорони таких великих об'єктів, як аеропорти, військові бази або інфраструктурні об'єкти.

На аеростати можна встановити різноманітні типи сенсорів:

- мініатюрні радіолокаційні станції (РЛС) для виявлення дронів на різних висотах і швидкостях;
- оптичні та інфрачервоні камери для візуального підтвердження цілі та додаткового розпізнавання об'єктів;
- акустичні сенсори, які здатні вловлювати характерні звуки роботи двигунів дронів;
- системи радіоелектронної боротьби (РЕБ) для глушіння сигналів управління або систем навігації дронів.

10) **Гнучкість розгортання:** аеростати можуть бути швидко розгорнуті в зонах, де потрібно встановити тимчасовий контроль повітряного простору. Це корисно в умовах бойових дій або під час проведення масових заходів, коли ризик використання дронів підвищений.

11) **Підвищення надійності системи ППО:** додавання аеростатів із сенсорами до наявної системи протиповітряної оборони (ППО) може суттєво підвищити її ефективність, оскільки дає змогу використовувати багатоплановий підхід до виявлення загроз.

Розміщуючи сенсори на аеростатах, необхідно враховувати вагу обладнання, живлення, а також стабільність платформи для зменшення впливу вітру. Деякі сучасні аеростати оснащуються системами стабілізації, що дає змогу зберігати точність спостереження навіть за несприятливих погодних умов.

12) **Електронне придушення:** деякі аеростати можуть бути обладнані системами радіоелектронної боротьби (РЕБ) для глушіння сигналів управління дронів або систем навігації GPS, що призводить до втрати контролю над ними.

Електронне придушення дронів з обладнання, встановленого на аеростатах, є ефективною тактикою для нейтралізації безпілотних літальних апаратів.

Використання аеростатів як платформи для систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) забезпечує низку переваг, що дозволяють більш ефективно протидіяти дронам:

– **переваги висотного розташування:** аеростати можуть підніматися на висоту кількох кілометрів, що дозволяє ефективніше глушити сигнали на великих територіях. Висотне розташування обладнання забезпечує кращу видимість цілей і більш широкий радіус дії глушіння, ніж у наземних систем. Це дозволяє створювати захисний «купол» навколо об'єкта, який охороняється;

– **методи придушення дронів:** обладнання для електронного придушення, встановлене на аеростатах, може використовувати різні підходи для нейтралізації дронів:

- ✓ *придушення каналів управління:* припинення передачі команд від оператора до дрона, що може змусити дрон повернутися до точки зльоту або здійснити аварійну посадку;
- ✓ *придушення сигналів GPS/ГЛОНАСС:* порушення роботи навігаційних систем дронів, що ускладнює їх точне орієнтування в просторі;
- ✓ *придушення передавання відеосигналу:* блокування відеопотоку, що передається від дрона до оператора, ускладнюючи спостереження за об'єктом, і зниження ефективності виконання завдання;

13) **Гнучкість використання:** аеростати з обладнанням для РЕБ можуть бути розгорнуті в різних місцях залежно від потреби. Їх можна застосовувати як у стаціонарному режимі для захисту

об'єктів (військових баз, критичної інфраструктури), так і в мобільних операціях. Це забезпечує швидке створення зон придушення у відповідь на зміну оперативної обстановки.

14)Комплексна дія з іншими засобами захисту: системи придушення, розміщені на аеростатах, можуть працювати в координації з такими іншими засобами боротьби з дронами, як наземні радіолокаційні станції або системи активної протидії (наприклад, лазерні установки чи антидронові сітки). Це дозволяє використовувати багат шаровий підхід до захисту від безпілотників.

15)Безперервна робота: аеростати можуть залишатися в повітрі тривалий час, що дозволяє забезпечити постійний моніторинг і придушення загроз без необхідності частих перезарядок або обслуговування, як це потрібно для дронів-перехоплювачів.

Для ефективного придушення необхідно враховувати особливості різних типів дронів та їх протидронних засобів. Деякі дрони мають функції автоматичного повернення додому при втраті сигналу, тому системи придушення повинні бути здатні одночасно блокувати як канали управління, так і навігацію.

16)Моніторинг і виявлення загроз: завдяки встановленим на аеростатах камерам і радіолокаційним станціям можна здійснювати спостереження за великими площами. Це дозволяє виявляти дрони на великій відстані та попереджати потенційні загрози.

17)Психологічний ефект: видимість аеростатів може відлякувати операторів дронів або змушувати їх шукати інші маршрути для обходу загороджень, що знижує ймовірність успішної атаки.

Висновки: використання аеростатів для електронного глушіння дронів – це перспективний спосіб боротьби з безпілотниками, що дає змогу захищати великі території та критичні об'єкти. Завдяки висотному розташуванню такі системи можуть ефективніше виявляти та нейтралізувати загрози, забезпечуючи багаторівневий захист повітряного простору. Однак цей метод захисту має певні обмеження, наприклад, залежність від погодних умов і необхідність регулярного технічного обслуговування аеростатів.

Проте, в умовах активної загрози з боку безпілотників, вони можуть бути важливим елементом системи протиповітряної оборони.

Список використаних джерел:

1. Методичні рекомендації підрозділам з боротьби з безпілотними літальними апаратами іранського виробництва «Камікадзе» «Shahed-136» («Герань-2»). URL: <https://sprotyvg7.com.ua/lesson/rekomendacii-pidrozdilam-shhodo-borotbi-z-bezpilotnimi-litalnimi-aparatami-kamikadze-shahed-136-geran-2>

2. ВП 7-00(03).01 Методичні рекомендації «Боротьба з безпілотними літальними апаратами (за досвідом проведення ООС (раніше АТО))» / Центр оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України. URL: <https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2022/04/%D0%92%D0%9F-7-0003.01-%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%8C%D0%B1%D0%B0-%D0%B7-%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90.pdf>

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Юхно Віталій Анатолійович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 1970yva@ukr.net

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading construction expert in the area of ensuring the safety of human life and health protection of the natural environment and provision

of sanitary and epidemiological well-being of the population "Engineering and Construction Bureau" LLC, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Mykola Hryhorovych Domnenko – teacher of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mikoladomnenko568@gmail.com

Yukhno Vitaly Anatoliyovych – senior lecturer of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, e-mail: 1970yva@ukr.net

І. М. Тупиця, В. М. Кривонос, О. Г. Галепа

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ
БОЙОВИХ ДІЙ**

Анотація

Аналізуються вимоги до системи повітряної розвідки в умовах застосування безпілотних авіаційних систем. Досліджується можливі напрямки інтеграції в безпілотні авіаційні системи сучасних прогресивних технологій з метою зниження деструктивного впливу засобів радіоелектронної боротьби противника на якість відеоданих та забезпечення необхідного рівня оперативності їх обробки.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; безпілотна авіаційна система; дані повітряної розвідки; оперативність; відео ресурс.

Abstract

The requirements for the air reconnaissance system in the conditions of the use of unmanned aircraft systems are analyzed. Possible directions of integration into unmanned aviation systems of modern advanced technologies are being investigated in order to reduce the destructive impact of the enemy's radio-electronic warfare on the quality of video data and ensure the necessary level of operational efficiency of their processing.

Keywords: unmanned aerial vehicle; unmanned aircraft system; aerial reconnaissance data; efficiency; video resource.

В умовах ведення бойових на території України зростає роль безпілотних систем, як ключового засобу для успішного виконання бойових завдань. При цьому зазначені тенденції спостерігаються як у повітряному просторі – для ведення повітряної розвідки та знищення об'єктів противника, так і на морі – для ураження морських об'єктів в акваторії Чорного та Азовського моря. В свою чергу, активне застосування Силами оборони України БпАС призвело до зростання кількості та різноманіття засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника, основні зусилля яких спрямовані на здійснення деструктивного впливу на лінії керування та контролю безпілотним літальним апаратом (БпЛА) та руйнування (перехоплення) даних, що формуються сенсорами оптико електронних систем БпЛА. В свою чергу, суттєва протяжність ліній бойового зіткнення з противником та висока динаміка бойових дій призвели до зростання вимог до системи повітряної розвідки з позиції забезпечення необхідного рівня оперативності обробки даних. В зв'язку з чим, актуальним постає питання пошуку шляхів удосконалення процесу формування даних повітряної розвідки в напрямку зниження деструктивного впливу засобів РЕБ на відеодані та забезпечення необхідного рівня оперативності їх обробки.

Вирішення першого завдання передбачає створення умов для збереження семантичної складової відеоданих (відео зображень). З цією метою пропонується використовувати методологію, запропоновану в роботах [1-2], основною перевагою якої є збереження цілісності відео ресурсу з забезпеченням необхідного рівня компресійних характеристик.

В свою чергу, для підвищення рівня оперативності обробки даних повітряної розвідки пропонується дослідити можливість інтеграції в зазначений процес сучасних прогресивних технологій. З цією метою пропонується використовувати методи і моделі, запропоновані в роботах [3-5], які дозволяють забезпечити рівень обробки даних повітряної розвідки в наближеному до реального часі. При цьому необхідно враховувати алгоритмічну складність запропонованих методів з метою визначення області інтеграції в БпАС.

Інтеграція сучасних прогресивних технологій в процес обробки розвідувальної інформації можлива в наступних складових БпАС:

1. На борту БпЛА шляхом удосконалення програмно-апаратного складу цільового споряддя. Це дозволить створити умови для автономної обробки даних повітряної розвідки. Проте проблемним аспектом зазначеного напрямку є необхідність врахування алгоритмічної складності запропонованих методів для визначення сумісності з енергетичними та обчислювальними можливостями цільового споряддя БпЛА.

2. На станції (пульті) керування та контролю БпЛА, що дозволить знизити вимоги до енергетичних та обчислювальних потужностей БпАС, проте призводить до зростання вимог до процесу доставки даних повітряної розвідки (збереження цілісності відео ресурсу).

Аналіз переваг та недоліків можливих областей інтеграції сучасних прогресивних технологій в БпАС свідчить про те, що перспективним напрямком є удосконалення програмного (програмно-апаратного) складу станції (пульта) керування та контролю БпЛА, що не вимагає внесення змін до конструктивних особливостей БпЛА.

Тому подальші наукові дослідження будуть спрямовані на розробку методів та моделей для підвищення оперативності обробки даних повітряної розвідки в умовах збереження їх цілісності з використанням сучасних прогресивних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Karlov D., Tupitsya I., Parkhomenko M. Methodology of increasing the reliability of video information in infocommunication networks aerospace. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2022. No. 3. P. 120–132. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-3-12>.

2. Karlov D., Tupitsya I., Parkhomenko M., Musienko O., Lekakh A. Compression Coding Method Using Internal Restructuring of Information Space. International Journal of Computing. 2022. Vol. 21. No. 3. P. 360–368. <https://doi.org/10.47839/ijc.21.3.2692>.

3. Тупиця І. М., Кривонос В. М., Кібіткін С. О., Іващук Л. А., Белівцов А. О. Концептуальна модель автоматизації процесу дешифрування даних повітряної розвідки з використанням технологій системи штучного інтелекту. Системи озброєння і військова техніка. 2023. № 1 (73). С. 75-81. <https://doi.org/10.30748/soivt.2023.73.09>.

4. Тупиця І. М., Дейнеженко І. О., Крижанівський Є. С., Пархоменко М. В., Волков Ю. П., Ейдельштейн Г. Б. Метод автоматизації процесу виявлення об'єктів для підвищення ефективності дешифрування даних повітряної розвідки. Системи обробки інформації. 2023. № 2 (173). С. 63-73. <https://doi.org/10.30748/soi.2023.173.08>.

5. Tupitsya, I., Kryvonos, V., Gavura, I., & Vasiekin, D. Software and hardware module for automated detection and recognition of interest objects to increase the level of processing efficiency and reliability of aerial reconnaissance data. Automation of Technological and Business Processes. 2024. Vol. 16. No. 1. P. 61-71. <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i1.2773>.

Тупиця Іван Михайлович – доктор філософії, старший викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ivan20081982@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6806-4914>.

Кривонос Володимир Миколайович – кандидат технічних наук, начальник кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kvn35@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6511-6640>.

Галєпа Олександр Григорович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: galepa0904@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6538-854X>.

Tupitsya Ivan M. – PhD in Engineering, Senior Lecturer of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: ivan20081982@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6806-4914>.

Kryvonos Volodymyr M. – PhD in Engineering, Deputy Head of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: kvn35@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6511-6640>.

Halepa Oleksandr G. – Lecturer of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: galepa0904@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6538-854X>.

В. А. Сорочук, Б. М. Іващук

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

***Анотація:** аналізуються проблемні аспекти процесу обробки даних повітряної розвідки в умовах ведення бойових дій на території України. Досліджується впровадження сучасних технологій для оптимізації обробки даних повітряної розвідки. Особлива увага приділяється використанню штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизації аналізу розвідувальних даних їх ідентифікації та класифікації а також візуалізації обстановки. Це дозволить створити умови для підвищення рівня оперативності обробки даних повітряної розвідки за рахунок вдосконаленого програмного забезпечення що оптимізує процес обробки даних та покращує їхню точність і швидкість*

***Ключові слова:** повітряна розвідка, автоматизація, оптимізація, штучний інтелект, ідентифікація об'єкта.*

***Abstract:** Problematic aspects of the process of air reconnaissance data processing in the conditions of hostilities on the territory of Ukraine are analyzed. The introduction of modern technologies to optimize the processing of air reconnaissance data is being investigated. Special attention is paid to the use of artificial intelligence and machine learning to automate the analysis of intelligence data, their identification and classification, as well as visualization of situations. This will make it possible to create conditions for increasing the level of operational efficiency of air reconnaissance data processing due to improved software that optimizes data processing processes and increases their accuracy and speed.*

***Keywords:** aerial reconnaissance, automation, optimization, artificial intelligence, object identification.*

Сучасні бойові дії вимагають від Збройних Сил України швидкої реакції на зміни у військовій ситуації. Повітряна розвідка є одним з найбільш інформативних видів розвідки, що забезпечує бойові дії авіації та інших видів збройних сил і родів військ даними про протидіючі угруповання противника і геотопографічні характеристики району бойових дій [1]. Однак, своєчасність та якість обробки цієї інформації вкрай важливі для ухвалення оперативних рішень.

Однією з головних проблем є затримка у передачі та обробці даних повітряної розвідки, що може призвести до втрати можливостей для реагування на загрози. Одним з варіантів оперативного отримання зображення є її цифрова обробка. Використання цифрового способу обробки результатів повітряної розвідки дозволяє забезпечити гнучкість і оперативність використання отриманої розвідувальної інформації [2].

Враховуючи військовий досвід на території України в рамках оптимізації оперативності обробки даних повітряної розвідки впроваджуються сучасні технології та методи аналізу отриманих розвідувальних даних для їх ефективного використання у військових цілях. Це включає в себе розробку та вдосконалення програмного забезпечення, яке автоматизує процес обробки та аналізу даних, використовуючи штучний інтелект і машинне навчання для ідентифікації та класифікації об'єктів інтересу, а також отримання вичерпної та об'єктивної інформаційної карти яка відображає обстановку на місцевості, це дає можливість надавати достовірну та актуальну інформацію військовим командуванням для прийняття ефективних рішень в умовах військових конфліктів [3].

Врахування військового досвіду на території України має вирішальне значення для ефективного та результативного використання розвідувальної інформації. Сучасна система обробки даних аеророзвідки України, використовує найрізноманітніші методи та технології, такі як: системи візуалізації даних, спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення

обробки зображень. Але і досі залишаються проблеми як брак кваліфікованих фахівців, недостатня інтеграція даних та нестабільність інформаційних систем.

Серед можливостей подальшого розвитку є використання штучного інтелекту, поява технологій віртуальної реальності та впровадження надійних заходів кібербезпеки є одними з можливостей для подальшого розвитку.

Запропоновані рекомендації можуть стати основою для підвищення оперативності обробки даних повітряної розвідки, що, у свою чергу, дозволить забезпечити більшу перевагу на полі бою.

Список використаних джерел:

1. Слюсарчук О.О. Використання сучасних інформаційних технологій під час ведення повітряної розвідки. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence* №2 (20)/2014. – С. 179-180. <https://sit.nuou.org.ua/article/view/44290/40474>.

2. Бзот В.Б., Мурзін М.В. Обробка розвідувальних відомостей з використанням автоматизованих інформаційних систем. – 2020. – С. 17-19.

3. Вишневський Ю.В. Щодо перспектив створення автоматизованої системи обробки розвідувальних відомостей / Ю.В. Вишневський // Збірник тез доповідей науково-технічної конференції “Перспективи розвитку ракетних військ і артилерії Сухопутних військ”. – Львів: Академія Сухопутних військ. – 2014. – С. 40-42.

Сорочук Владислав Андрійович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sorochukvlad17@gmail.com.

Іващук Богдан Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, начальник інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ebogdan@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0001-9326-4870>.

Sorochuk Vladyslav A. – cadet of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: sorochukvlad17@gmail.com.

Ivashchuk Bogdan M. – PhD in Engineering, associate professor, Head of the Aviation Engineering Faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: ebogdan@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0001-9326-4870>.

В. С. Сіваков, Г. Б. Ейдельштейн

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЯВЛЕННЯ ТА СУПРОВОДЖЕННЯ РУХОМИХ НАЗЕМНИХ ЦІЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Анотація: аналізуються проблемні аспекти процесу виявлення наземних цілей за допомогою повітряної розвідки в умовах ведення бойових дій на території України. Досліджується можливість інтеграції в систему безпілотний літальний апарат - станція керування та контролю - оператор додаткової складової - технологій комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання. Це дозволить створити умови для швидкого супроводження ворожих цілей на землі за рахунок автоматизації процесу виявлення об'єктів інтересу.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; повітряна розвідка; комп'ютерний зір; оперативність; об'єкт інтересу; автоматизація.

Abstract: Problematic aspects of the process of detecting ground targets using aerial reconnaissance in the conditions of hostilities on the territory of Ukraine are analyzed. The possibility of integrating an unmanned aerial vehicle - a command and control station - an operator of an additional component - computer vision and deep machine learning technologies into the system is being investigated. This will allow to create conditions for quick support of enemy targets on the ground by automating the process of identifying objects of interest.

Keywords: unmanned aerial vehicle; aerial reconnaissance; computer vision; efficiency; object of interest; automation.

Беручи до уваги ситуацію на території України яка свідчить про активне використання як противником, так і підрозділами сил оборони безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). З метою ведення повітряної розвідки або інших бойових задач застосовується велике різноманіття безпілотних літальних апаратів (БпЛА), які розроблюються та виготовляються вітчизняні та закордонні виробники. Різниця полягає в цільовому навантаженні – типів бортових систем повітряної розвідки (телевізійна, інфрачервона, лазерна) та їх функціональних можливостях. Слід зазначити, що до представників БпЛА вітчизняного виробництва, які активно використовуються з початку широкомасштабного вторгнення, відносяться такі, як Фурія, Лелека, PD-2, ACS-3, Bayraktar TB2 т.і. В свою чергу, одним з найпоширеніших представників закордонного виробництва, які знайшли своє використання попри цивільного призначення є БпЛА коптерного типу лінійки DJI. До основних представників зазначеної лінійки відносяться коптери серії Mavic 3, завдяки балансуванню між показниками вартості та якості (тактико-технічні характеристики телевізійної системи повітряної розвідки). Зазначені засоби повітряної розвідки дозволяють формувати дані повітряної розвідки з досить високою роздільною здатністю [1]: до 5К для цифрових відеозображень, FHD для потокового відео.

Так, для вирішення проблеми використання розвідувальних БпЛА в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності виявлення цілей та з метою мінімізації впливу людського фактору пропонується дослідити можливість інтеграції в систему БпЛА - станція керування та контролю (СКК) - оператор додаткової складової – технологій комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання. На сьогоднішній день зазначені інструменти досить активно використовується як в цивільній сфері, так і представниками силових структур для пошуково-розшукових дій. Суттєвих успіхів в напрямку виявлення, класифікації та сегментації об'єктів інтересу отримали алгоритми сімейства Yolo, побудовані на базі штучних нейронних мереж (ШНМ). Основна відмінність між алгоритмами зазначеного сімейства полягає в показниках оперативності та алгоритмічної складності (вимогливості до обчислювальних потужностей) [2].

З метою підвищення ефективності виявлення ворожих цілей за допомогою повітряної розвідки пропонується дослідити можливість інтеграції вищезазначених алгоритмів в наступних напрямках: автоматизація виявлення об'єктів інтересу на СКК. Вибір напрямку

залежить від наявних обчислювальних потужностей та вимог до оперативності виявлення об'єктів інтересу.

Процес автоматизації виявлення об'єктів повітряної розвідки з використанням технологій комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання пропонується реалізувати за рахунок виконання наступних етапів:

1. Підготовка набору даних для тренування штучної нейронної мережі з врахуванням умов ведення повітряної розвідки (пора року, особливості розвідувальної місцевості, класів та видів об'єктів інтересу т.і.).

2. Тренування ШНМ з врахуванням наявних можливостей обчислювальних ресурсів та вимог до точності та оперативності виявлення об'єктів повітряної розвідки.

3. Перевірка ефективності програмного компоненту - точності виявлення об'єктів інтересу на тестових даних.

4. Інсталяція розробленого програмного компоненту на станцію керування та контролю БпАК.

Список використаних джерел:

1. Тупиця І. М., Кривонос В. М., Кібіткін С. О., Іващук Л. А., Белівцов А. О. Концептуальна модель автоматизації процесу дешифрування даних повітряної розвідки з використанням технологій системи штучного інтелекту. Системи озброєння і військова техніка. 2023. № 1 (73). С. 75-81. <https://doi.org/10.30748/soivt.2023.73.09>.

2. Тупиця І. М., Кібіткін С. О., Сухотеплий В. М., Непокритов Д. М., Конов, Д. В. Метод реконструкції відеозображень для підвищення ефективності доставки в інфокомунікаційних системах аеросегмента. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 4. С. 72–82. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-163-4-72-82>.

Сіваков Владислав Станіславович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: osiv521@gmail.com.

Ейдельштейн Геннадій Борисович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.

Sivakov Vladyslav S. – cadet of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: osiv521@gmail.com.

Eidelshtein Hennadii Borysovych – Teacher of the Department of Operation and Use of Unmanned Aircraft Systems and Air Reconnaissance Complexes, Kharkiv, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.

Я. В. Логвиненко, Г. Б. Ейдельштейн

АКТУАЛЬНІСТЬ МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

Анотація: сучасні збройні конфлікти характеризуються активним використанням безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) для розвідки та ураження ворожих сил. Досвід України демонструє різноманітність моделей БпАК, які постачаються з-за кордону та виробляються вітчизняними підприємствами. Ключовим аспектом є цільове навантаження, яке визначає функціональні можливості безпілотників, такі як типи сенсорів (телевізійні, інфрачервоні, лазерні) та їх здатність працювати в будь-яких умовах. Сучасні БПЛА забезпечують цілодобову розвідку, передаючи дані в реальному часі, що підвищує ефективність бойових операцій.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; цільове навантаження; повітряна розвідка.

Abstract: Modern armed conflicts are characterized by the active use of unmanned aerial systems (UAVs) for reconnaissance and defeating enemy forces. The experience of Ukraine demonstrates the variety of BpAK models that are supplied from abroad and produced by domestic enterprises. A key aspect is the target payload, which determines the functionality of the drones, such as the types of sensors (TV, infrared, laser) and their ability to operate in any environment. Modern UAVs provide round-the-clock intelligence, transmitting data in real time, which increases the effectiveness of combat operations.

Keywords: unmanned aerial vehicle; target load; aerial reconnaissance.

На сьогоднішній день однією з ключових особливостей сучасних збройних конфліктів є широке застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) як для повітряної розвідки, так і для ураження ворожих сил та засобів. Бойовий досвід в Україні показує, що використовуються численні моделі БпАК, які постачаються країнами-партнерами в рамках допомоги, а також виробляються вітчизняними підприємствами. Різниця полягає в цільовому навантаженні – типів бортових систем повітряної розвідки (телевізійна, інфрачервона, лазерна) та їх функціональних можливостях.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) є цілодобовими засобами розвідки, що дозволяють виконувати завдання як вдень, так і вночі. Вони здатні передавати розвідувальні дані з координатною прив'язкою в режимі реального часу, а також записувати інформацію протягом усього польоту. Це сприяє підвищенню ефективності розвідки, коригування вогню та знищення ворожих сил.

Для виконання бойових або спеціальних завдань безпілотних літальних апаратів (БПЛА), цільове навантаження є критично важливим етапом планування застосування підрозділів безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). Сучасні БПЛА можуть бути оснащені різноманітними сенсорами, системами спостереження та спеціальним обладнанням, що забезпечує виконання завдань у різних умовах.

Ефективне вдосконалення цільового навантаження БПЛА полягає в комплексному покращенні функціональних можливостей. Це включає встановлення більш потужних і точних сенсорів для розвідки, модернізацію оптичних і інфрачервоних камер, що забезпечує кращу видимість в будь-яких умовах, а також інтеграцію високоточної апаратури для передачі даних в режимі реального часу. Важливою частиною вдосконалення є підвищення стійкості до радіоелектронних перешкод та збільшення часу автономної роботи БПЛА. Оптимізація енергоефективності та зменшення ваги компонентів також дозволяє збільшити тривалість місії і дальність польоту, що робить безпілотники більш універсальними та ефективними в бойових операціях.

Оскільки завдання розвідки ворожих об'єктів за допомогою БпЛА виконуються в умовах активної протидії засобів протиповітряної оборони та радіоелектронної боротьби (РЕБ), виникає гостра необхідність зниження помітності (виявлення) безпілотників. Цю проблему можна вирішити шляхом створення корпусів БпЛА літакового типу з використанням технологій "стелс", що сприятиме підвищенню їх живучості за рахунок зменшення площі відбиття сигналу, а отже, і помітності в радіолокаційному діапазоні.

Вдосконалення цільового навантаження безпілотних літальних апаратів (БпЛА) є ключовим аспектом сучасної військової технології. Інтеграція сучасних систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) не лише знижує вразливість БпЛА до перешкод і блокування сигналу противника, а й дозволяє забезпечити безперебійну роботу у складних умовах.

Покращення навігаційного обладнання, зокрема впровадження інерційних систем і високоточних GPS-антен, істотно підвищує здатність БпЛА виконувати завдання навіть в умовах погіршеної видимості або при втраті супутникового сигналу. Це особливо важливо для виконання розвідувальних і ударних місій у важкодоступних місцевостях.

Список використаних джерел:

1. Науково-практична конференція інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба "Безпілотна авіація у сучасній збройній боротьбі": тези доповідей, 7 грудня 2023 року. – Х.: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2023. – 118 с.

2. Безпілотна авіація у військовій справі : монографія / С. П. Мосов та ін. ; за ред. проф. С. П. Мосова. Київ : Інтерсервіс, 2019. 324 с.

3. Командиру підрозділу по застосуванню БпЛА тактичного рівня (за досвідом проведення АТО (ООС). Київ : Центр учбової літератури, 2022. 66 с.

Логвиненко Ярослав Віталійович – оператор екіпажу БпЛА ланки БпЛА, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: logvinenko1@icloud.com.

Ейдельштейн Геннадій Борисович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.

Lohvynenko Yaroslav V. – the operator of the UAV crew of the UAV unit, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: logvinenko1@icloud.com.

Eidelshtein Hennadii B. – Teacher of the Department of Operation and Use of Unmanned Aircraft Systems and Air Reconnaissance Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.

О. С. Ковальчук, Б. М. Іващук

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЯВЛЕННЯ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: аналізуючи дані бойових дій на території України свідчить про широке використання ударних БпЛА типу Shahed-136 та його “модифікована” копія Герань-2. Досліджується радіоелектронний детектор дронів – пульт управління та контролю - технологія машинного навчання технологій частоти звуку . Це дозволить створити оперативність виявлення ударних БпЛА тактичного рівня за рахунок аналізатору звукового спектру.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; радіоелектронний детектор; Shahed-136.

Abstract: Analyzing the data of hostilities on the territory of Ukraine, it shows the widespread use of attack UAVs such as Shahed-136 and its “modified” copy Geranium-2. The researchers are investigating the electronic drone detector - command and control panel - machine learning technology of sound frequency technology. This will make it possible to create a tactical-level detection of attack UAVs using a sound spectrum analyzer.

Keywords: unmanned aerial vehicle; radio electronic detector; Shahed-136.

Досвід бойових дій на території України свідчить про активне використання противником безпілотних літальних апаратів (БпЛА) типу “камікадзе”. Основним представником БпЛА зазначеного типу є іранський Shahed-136 та його “модифікована” копія Герань-2. Слід зазначити, що масоване використання вказаних БпЛА спрямоване на нанесення ударів по об’єктам критичної інфраструктури та об’єктам військового призначення. Аналіз останніх подій свідчить про проблеми знищення даних об’єктів повітряного нападу. Це пов’язано з тим, що зусилля противника спрямовані на постійне вдосконалення технічних компонентів цих безпілотників та способів їх використання. Останні модернізації досліджуваних БпЛА включають: фарбування БпЛА в чорний колір, оснащення його турбореактивним двигуном, удосконалення навігаційної системи за допомогою модулів Global System for Mobile Communications (GSM), удосконалення бойової частини (термобаричного компонента), т.і.

Тому актуальною стає проблема пошуку нових підходів для виявлення засобів повітряного нападу зазначеного типу та їх подальшого знищення. Зважаючи на те, що на сьогоднішній день досить активно використовуються БпЛА, оснащені китайським двигуном MD 550, основною особливістю якого є наявність “мопедного ефекту”, пропонується дослідити можливість використання методів спектрального аналізу аудіо сигналу з метою підвищення оперативності виявлення БпЛА даного типу.

Ковальчук Олександр Сергійович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил, м. Харків, e-mail: oleks.kov@icloud.com.

Іващук Богдан Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, начальник інженерно-авіаційного факультету, Харківський національний університет Повітряних Сил, м. Харків, e-mail: ebogdan@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0001-9326-4870>.

Kovalchuk Oleksandr S. – cadet of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: oleks.kov@icloud.com.

Ivashchuk Bogdan M. – PhD in Engineering, associate professor, Head of the Aviation Engineering Faculty, Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: ebogdan@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0001-9326-4870>.

І. В. Жебровський, Є. Є. Крепко

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ
ВИЯВЛЕННЯ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З
УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ**

Анотація: аналізуючи дані бойових дій на території України свідчить про широке використання ударних БпЛА тактичного та стратегічного рівня. Досліджується малогабаритний радіоелектронний детектор дронів – пульт управління та контролю - технологія машинного навчання технологій частоти звуку . Це дозволить створити оперативність виявлення БпЛА типу “Камікадзе” за рахунок аналізатору звукового спектру.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; радіоелектронний детектор; аналізатор звукового спектру.

Abstract: Analyzing the data of combat operations on the territory of Ukraine shows the wide use of attack UAVs at the tactical and strategic level. A small-sized radio-electronic detector of drones - control and control panel - machine learning technology of sound frequency technologies is being studied. This will make it possible to detect the Kamikaze-type UAV with the help of a sound spectrum analyzer.

Keywords: unmanned aerial vehicle; radio electronic detector; sound spectrum analyzer.

Дані бойових дій в Україні свідчать про застосування ворогом безпілотних літальних апаратів «камікадзе». Новітньої розробки цього типу БПЛА є Русак, Тювик. Важливо зазначити, що широке використання БПЛА зазначеного типу спрямоване на широке використання на фронті націлювання на військові засоби та живу силу. Вивчення останніх подій свідчить про те, що проблема знищення військових об'єктів яка знижує ефективність виконання поставлених завдань. Це пов'язано з тим, що дії противника зосереджені на вдосконаленні технічних характеристик зазначених безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та удосконаленні способів їх експлуатації. Новітня розробка даних БпЛА включають в себе: функцію розпізнавання цілей та самонаведення на ціль на фінальній ділянці польоту за допомогою навченої нейромережі на борту яка може з точністю виявляти об'єкти. Також навчена нейромережа бачить цілі без будь-яких перешкод та самостійно ухвалює рішення на удар без команд оператора та перехід в автономний режим польоту це знижує ризик втрати зв'язку та управління на великі дистанції не зважаючи на рельєф та роботу засобів РЕБ. Сам політ дрона виконується на низьких частотах.

Для підвищення оперативності виявлення БпЛА різних рівнів використання пропонується дослідити можливість використання методів спектрального аналізу звукового сигналу з метою виявлення БПЛА з польотом на низьких частотах.

Жебровський Ілля Владиславович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ilyazhebrovskiy14@gmail.com.

Крепко Євгеній Євгенійович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: Wspdimm@gmail.com.

Zhebrovskiy Illia V. – cadet of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: ilyazhebrovskiy14@gmail.com.

Krepko Yevhenii Y. – Lecturer of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Wspdimm@gmail.com.

А. П. Бабич, В. М. Кривонос, А. А. Бабич

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІШАНИХ АВІАЦІЙНИХ УГРУПОВАНЬ ПІЛОТОВАНОЇ І БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ В СУЧАСНИХ ЗБРОЙНИХ КОНФЛІКТАХ І ВІЙНАХ

Анотація: сучасні збройні конфлікти показали, що сучасна авіація стає все більш безпіотною і з тим не менше ефективною. Тому постає питання щодо розширення спектру завдань безпіотної авіації при сумісних діях з пілотованою авіацією та оцінки ефективності цього процесу. З метою збільшення ефективності застосування авіаційних угруповань, пропонується значну частину завдань які покладаються на пілотовану авіацію в операціях (бойових діях), безпілотні літальні апарати можуть виконати з результатом не меншим ніж пілотовані літаки, при значно менших витратах.

Ключові слова: змішані авіаційні угруповання, пілотована авіація, безпілотна авіація, безпілотний літальний апарат, сумісні дії.

Abstract: Modern armed conflicts have shown that modern aviation is becoming more and more unmanned and yet still effective. Therefore, the question arises of expanding the range of tasks of unmanned aircraft in joint operations with manned aircraft and assessing the effectiveness of this process. In order to increase the effectiveness of the use of aviation groups, it is proposed that a significant part of the tasks assigned to manned aviation in operations (combat operations) can be performed by unmanned aerial vehicles with the result not less than manned aircraft, at significantly lower costs.

Keywords mixed aviation groups, pilot-controlled aviation, unmanned aircraft, unmanned aerial vehicle, compatible actions.

Застосування авіації у збройних конфліктах і війнах кінця ХХ-го початку ХХІ-го століть вказує на суттєвий технологічний прорив, який пов'язують з появою безпілотних авіаційних систем різних класів і категорій, спектр завдань яких постійно розширюється, що дозволяє прогнозувати можливість заміни пілотованих літаків більш ефективними за критерієм “витрати – результат” безпілотними літальними апаратами. Суттєві переваги безпілотників над пілотованими літаками полягають у їх дешевизні і простоті технології виробництва. Відомі досить сміливі заяви авторитетних військових експертів, що до 2050 року, безпілотна авіація може претендувати на повну заміну усіх типів пілотованих літаків, включаючи стратегічні бомбардувальники. Звичайно, існує розуміння, що такі кардинальні зміни можливі тільки при поступовому розширенні спектру завдань безпіотної авіації при сумісних діях з пілотованою і оцінки ефективності цього процесу.

В основі ідеї змішаних авіаційних угруповань лежить принцип раціональності, який полягає в тому, що значну частину завдань, які покладаються на авіацію в операціях (бойових діях), безпілотні літальні апарати можуть виконати з результатом не меншим ніж пілотовані літаки, при значно менших витратах. Існує стійка тенденція перегрупувань завдань безпіотної авіації з площини забезпечуючих дій для пілотованої авіації, в площину безпосереднього вогневого ураження об'єктів і військ противника, як на полі бою, так і оперативній глибині. Яскравим прикладом ефективних сумісних дій пілотованої і безпіотної авіації стали операції Збройних Сил України на морі в російсько-українській війні. Значна частина кораблів Чорноморського флоту Російської Федерації різних класів була уражена саме при тісній взаємодії безпіотної і пілотованої авіації. Застосування пілотованою авіацією керованих ракет “Storm Shadow” по кораблям у відкритому морі, нанесення бомбового удару по противнику на острові Зміїний, виконувалося по даним повітряної розвідки безпілотного літального апарату Bayraktar TB2. Безпілотні літальні апарати такого типу показали більшу ефективність дій, ніж ударні літаки, по катерам противника у відкритому морі, за умов прикриття їх з повітря винищувальною авіацією. В той же час, практика сумісних дій показала низку проблем

формування і застосування змішаних авіаційних угруповань, що обумовлюються, в першу чергу значною різницею у льотних характеристиках і бойових можливостях сучасних безпілотних літальних апаратів і пілотованих літаків.

Список використаних джерел:

1. Лупандін В. А., Мегельбей Г. В., Мацько О. Й., Куртсеітов Т. Л., Міроненко П. О. Основні тенденції створення та застосування груп безпілотних літальних апаратів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2019. № 2(35).

2. Методологічні засади обґрунтування раціональних форм та способів застосування угруповань військ (сил) / Радецький В. Г. та ін. Київ : НУОУ, 2015. 288 с.

Бабич Анатолій Петрович – кандидат військових наук, доцент, професор кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: aviaas5700@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-9467-7754>.

Кривонос Володимир Миколайович – кандидат технічних наук, начальник кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kvn35@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6511-6640>.

Бабич Андрій Анатолійович – кандидат юридичних наук, доцент, доцент кафедри психології, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: babich0384@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-0930-4700>.

Babych Anatolii P. – candidate of military sciences, associate professor, professor of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: aviaas5700@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-9467-7754>.

Kryvonos Volodymyr M. – PhD in Engineering, Deputy Head of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: kvn35@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6511-6640>.

Babych Andrii A. – candidate of legal sciences, associate professor, associate professor of the Department of Psychology, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: aviaas5700@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-0930-4700>.

Т. С. Гринчук, О. А. Гнусенко, К. О. Малишок

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ АВІАЦІЙНИМИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИМИ ПРИЦІЛЬНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Анотація: в даній тезі запропоновано варіант підвищення дальності виявлення цілей авіаційними оптико-електронними прицільними системами шляхом застосування багатоспектральних матричних фотоприймачів на повітряних судах типу Су-27 і МіГ-29.

Ключові слова: Су-27; МіГ-29; ОЛС-27; ФПУ-1.

Abstract: This thesis proposes a variant of increasing the target detection range by aviation optoelectronic sighting systems through the use of multispectral matrix photodetectors on Su-27 and MiG-29 aircraft.

Keywords: Su-27; MiG-29; OLS-27; FPU-1.

На сучасному полі бою здатність виявляти цілі на великій відстані має вирішальне значення для ефективності бойових операцій і саме тому є пріоритетним напрямком розвитку повітряних суден.

Оптико-електронні системи цілевказання, що використовуються бойовими літаками, такими як Су-27 і МіГ-29, відіграють важливу роль у виявленні та супроводі цілей.

Дослідження спрямоване на вивчення можливостей збільшення дальності виявлення цілей за допомогою авіаційних оптико-електронних систем цілевказання.

Для досягнення можливостей збільшення дальності виявлення цілей пропонується застосовувати: комп'ютерне моделювання, аналіз даних в реальному часі і порівняльний аналіз різних систем. Передбачається збільшення дальності виявлення цілей авіаційними оптико-електронними прицільними комплексами за рахунок удосконалення алгоритмів обробки сигналів та використання сучасних технологій, а саме матричних фотоприймачів у конструкції обладнання.

Запропоновано спосіб модернізації – розширення спектрального діапазону ПЧ випромінювання, шляхом заміни фотоприймального пристрою ФПУ-1 на сучасний матричний фотоприймальний пристрій, що у свою чергу покращить дальності виявлення цілей та роздільну здатність.

Для підвищення достовірності розпізнавання передбачається відображати зображення цілі на багатофункціональний індикатор (екран) в кабіні або на візор шолома льотчика.

Список використаних джерел:

1. Тараненко В.В. Сучасний стан розвитку та основні вимоги до перспективних оптико-електронних прицільних систем тактичних літаків // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. Київ, 2016. Вип. 12(19). С. 214.
2. Харченко О.В., Пашенко С.В., Тараненко В.В. Шляхи оснащення літальних апаратів Збройних Сил України високоточними засобами ураження та методологічні аспекти їх розроблення// Наука і оборона. Київ, 2015. Вип. 3/4. С. 157.
3. Оптико-електронні системи ближньої локації: монографія / за редакцією Я.І. Лепіха. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. С. 294.
4. Микитенко В.І. Визначення ефективності оглядових оптико-електронних систем безпілотних літальних апаратів //XV Міжнародна науково-технічна конференція “Приладобудування: стан і перспективи” збірник тез доповідей / НТУУ КПІ, Приладобудівний факультет. Київ, 2016. С. 183.
5. XIX міжнародна наукова конференція ХНУПС імені І. Кожедуба “Новітні технології – для захисту повітряного простору” тези доповідей, 12-13 квітня 2023 року. – Х.: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2023. – 687 с.

6. Інструкція з технічної експлуатації АЖ1.374.014 РЄ1 (Частина 2)

Гринчук Тарас Сергійович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: tarashrynychuk7@gmail.com

Гнусенко Ольга Андріївна – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: olya16gnusenko@gmail.com.

Taras Serhiyovych Grynychuk - a student of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, e-mail: tarashrynychuk7@gmail.com.

Olga Andriivna Gnusenko is a student of Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, e-mail: olya16gnusenko@gmail.com.

Малишок Кирило Олексійович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: wadimdengrom@gmail.com

Hrynychuk Taras S. – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: tarashrynychuk7@gmail.com

Hnusenko Olha A. – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: olya16gnusenko@gmail.com.

Malyshok Kirilo O. – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: wadimdengrom@gmail.com

А. В. Колесник

ПОДАВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ FPV-ДРОНІВ МЕТОДАМИ АКТИВНОГО ВПЛИВУ

Анотація: у зв'язку з тим, що FPV-дрони набувають популярності як у комерційному, так і у військовому застосуванні, проблема їхньої нейтралізації стає надзвичайно актуальною. Основна увага приділяється методам активного глушіння сигналів, спрямованих на порушення функціонування дронів через радіочастотні перешкоди. Проаналізовано сучасні технології радіоелектронної боротьби, що використовуються для блокування керування дроном та передачі відеосигналу на великі відстані. Також розглянуто переваги та недоліки різних методів впливу, включаючи їх ефективність у різних умовах.

Ключові слова: FPV-дрони, подавлення зв'язку, активний вплив на FPV-дрони.

Abstracts: Due to the fact that FPV drones are gaining popularity in both commercial and military applications, the problem of their neutralisation is becoming extremely relevant. The main attention is paid to the methods of active jamming of signals aimed at disrupting the functioning of drones through radio frequency interference. The author analyses modern electronic warfare technologies used to block drone control and long-distance video transmission. The advantages and disadvantages of various methods of influence, including their effectiveness in different conditions, are also considered.

Keywords: FPV drones, communication jamming, active influence on FPV drones.

Вступ

FPV-дрони (First-Person View), завдяки своїй компактності, маневреності та здатності передавати відео в реальному часі, стали популярними як серед цивільних користувачів, так і в військовій сфері. Військові та правоохоронні структури широко використовують FPV-дрони для розвідки, корегування вогню та інших завдань. Проте, вони також можуть стати загрозою, особливо коли їх використовують для незаконних або терористичних дій. Саме тому розвиток технологій подавлення зв'язку цих дронів стає критично важливим для забезпечення безпеки об'єктів та інфраструктури. Одним із найбільш ефективних підходів у цьому напрямку є метод активного впливу [1, 2].

Основна частина

Метод активного впливу полягає в створенні електромагнітних перешкод, які переривають канал зв'язку між оператором FPV-дрона та самим дроном. Це дозволяє не лише ускладнити або повністю зупинити управління дроном, але й перервати передачу відеоінформації, що унеможливує виконання ним місії [3]. Активне подавлення виконується за допомогою спеціальних радіоелектронних пристроїв, які можуть працювати як стаціонарно, так і мобільно. Методи подавлення FPV-дронів базуються на радіочастотному аналізі та використанні технологій генерації перешкод на частотах, які зазвичай використовуються для зв'язку. Основні етапи роботи системи активного впливу – це виявлення дрона: використання радіолокаційних або акустичних систем для ідентифікації дрона в повітрі. Наступним етапом можна виділити аналіз частотного діапазону, що включає в себе виявлення частоти, на якій працює передача даних між дроном та оператором. Найбільш поширеними частотами є 2,4 ГГц та 5,8 ГГц, проте FPV-дрони можуть використовувати й інші частоти. Ще один важливий етап це – генерація перешкод. Після визначення частотного діапазону система активного впливу починає генерувати перешкоди або шум на цій частоті, що унеможливує передачу команд і відеосигналу. Це призводить до втрати керуваності дроном. Окремим етапом роботи системи

активного впливу можна виділити залучення додаткові сучасні технології, так сучасні системи можуть використовувати технології “глушіння” GPS-сигналу або протоколи зв'язку для повного відключення автономних функцій дрона.

Основні методи активного впливу можна умовно розділити на:

- глушіння радіосигналу. Один з найбільш розповсюджених методів, коли на певній частоті створюється інтенсивний радіошум. Дрон втрачає зв'язок з оператором і зазвичай переходить в аварійний режим повернення на базу або приземляється.

- спуфінг (підміна сигналу). Цей метод передбачає перехоплення сигналу і передачу хибної інформації. Наприклад, можна змусити дрон «думати», що він має повернутися до точки старту або приземлитися в іншому місці.

- направлені антенні системи, які використовуються для точного подавлення зв'язку з конкретним дроном. Такі системи дозволяють зосередити перешкоди на конкретному об'єкті, мінімізуючи вплив на інші канали зв'язку.

Подавлення зв'язку FPV-дронів методами активного впливу мають, як свої переваги так і обмеження. До переваг можна віднести:

- ефективність. Метод активного впливу дозволяє швидко та ефективно нейтралізувати FPV-дрон, зменшуючи ризик пошкодження майна чи загрози життю.

- масштабованість. Може використовуватися як в локальних умовах для захисту окремих об'єктів (для конкретно визначених цілей), так і в масштабних операціях з контролю повітряного простору.

- гнучкість. Системи активного впливу можна адаптувати під різні частоти та типи дронів.

До обмежень використання активного впливу віднесемо наступне [4]:

- вплив на інші радіосигнали. Радіоперешкоди можуть заважати іншим пристроям, які працюють на тих самих частотах. Особливо, якщо ці пристрої задіяні в цій ж бойовій задачі.

- обхід перешкод. Деякі FPV-дрони оснащені системами автоматичного перемикавання частот або більш стійкими протоколами зв'язку, що ускладнює їх подавлення.

- вартість обладнання (фінансові затрати). Якісні системи для активного впливу можуть бути досить дорогими, особливо якщо вони розраховані на одночасне подавлення кількох дронів.

Висновки

Метод активного впливу на FPV-дрони є важливим інструментом у забезпеченні безпеки в сучасному світі. Використання технологій радіочастотного подавлення, спуфінгу та інших методів дозволяє ефективно нейтралізувати загрози, пов'язані з безпілотними літальними апаратами. Проте для максимального ефекту необхідно враховувати технічні характеристики дронів, можливі побічні ефекти та швидкий розвиток нових технологій управління безпілотниками, що вимагає постійного вдосконалення засобів активного впливу з врахуванням конфігурації поставлених завдань.

Список використаних джерел:

1. Лещенко С. П., Адаменко А. А., Лупандін В. А., Мегельбей Г. В. Система інформаційного забезпечення протидії безпілотним літальним апаратам противника при комплексному застосуванні засобів радіоелектронної боротьби. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2022. № 3 (73). С. 31-37. <https://doi.org/10.30748/zhups.2022.73.05>.

2. Коршець О., Горбенко В. Уроки застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні. Повітряна міць України. 2023. No 1(4). С. 9-17. <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2023-1-4-9-17>

3. Khudov Н. Аналіз тактико-технічних характеристик та тактики застосування існуючих ударних fpv-дронів / Н. Khudov, I. Khizhnyak, I. Hridasov, U. Zbezhkhovska, I. Yuzova, Y.

Solomonenko, T. Kalimulin // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2024. – Т. 3 (77). – С. 70-79. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.3.070>.

4. Теорія і практика боротьби з малорозмірними низьколітніми цілями (оцінка можливостей, тенденції розвитку засобів протиповітряної оборони): монографія / Романченко І. С. та ін. Житомир: Полісся, 2011. 344 с.

***Колесник Андрій Вікторович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.*

***Kolesnik Andrii V.** - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.*

А. Ф. Волков, М. А. Харчук

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ ППО СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Анотація: у прогнозованих умовах ведення бойових дій важливе значення набуває здатність пунктів управління (ПУ) протиповітряної оборони (ППО) своєчасно здійснювати маневр (організоване пересування (переміщення) ПУ ППО у новий район) під час підготовки та в ході бойових дій для забезпечення безперервного управління. Для оцінювання здатності ПУ ППО забезпечувати безперервну роботу пропонується використовувати коефіцієнт безперервного функціонування який характеризує час корисного використання ПУ ППО та залежить від циклу функціонування ПУ ППО, який представляє собою тимчасовий інтервал між завершенням роботи із забезпечення обміну інформацією на різних позиціях. Запропонований підхід удосконалює існуючі методики та дозволяє при проведенні розрахунків враховувати спроможність ПУ ППО здійснювати маневр на нові позиції.

Ключові слова: безперервність, маневрування, пункт управління, функціонування.

Abstract: In the predicted conditions of the conduct of hostilities, the ability of air defense control points (AD CP) to carry out a maneuver in a timely manner (organized movement (movement) of air defense control units to a new area during preparation and during hostilities to ensure continuous control is of great importance. To assess the ability To ensure continuous operation of the air defense system, it is proposed to use the coefficient of continuous operation, which characterizes the time of useful use of the air defense system and depends on the time of useful use and the operation cycle of the air defense system, which is the time interval between the completion of work to ensure the exchange of information at different positions. The proposed approach improves the existing methods and allows taking into account the ability of the AD CP to maneuver to new positions when performing calculations.

Keywords: continuity, control points, functioning, maneuvering.

Розвиток засобів повітряної розвідки та засобів повітряного нападу, тактики їх застосування, та досвід останніх військових конфліктів вказують на об'єктивні умови підвищення вимог до системи управління. Аналіз умов функціонування системи управління показує, що на процеси управління впливає висока динамічність і маневреність бойових дій, руйнівна сила зброї, імовірність великих втрат в особовому складі і техніці, технічна оснащеність ПУ, підготовленість посадових осіб органів управління тощо. Успіху в цих умовах може домогтися лише та сторона, яка має ефективну систему управління, всебічно підготовлені кадри, які здатні забезпечити прийняття обґрунтованих рішень, спроможні забезпечити безперервне, оперативне, якісне, стійке і скрите управління військами в складних умовах ведення бойових дій, при впливі противника на систему управління і можливих серйозних порушень у ній. Виконання цих вимог повинне розглядатися в їхньому взаємозв'язку і залежності. Вимоги до управління можуть бути загального і часткового характеру [1]. Вимоги загального характеру стосуються управління в цілому і мають відношення до структури і технічного оснащення систем управління, форм організації і методів управлінської діяльності, використання для реалізації функцій управління засобів зв'язку і автоматизації. До таких вимог відносяться безперервність, оперативність, якість, стійкість, прихованість управління. При аналізі вимог до управління необхідно прагнути до виявлення їхньої сукупності, взаємозв'язку і співвідпорядкованості. Тільки при цих умовах можна встановити систему вимог і критеріїв для оцінювання ефективності їхнього виконання. За результатами математико-статистичних методів експертних оцінок визначено пріоритетність вимоги безперервності управління стосовно інших вимог і необхідність комплексного розгляду усіх вимог до управління.

Безперервність управління військами припускає наявність у командування постійної можливості одержувати дані про положення, стан і характер дій підлеглих, підрозділів що прикриваються і взаємодіючих підрозділів, та безперервно впливати на хід бойових дій [2]. В ході проведених досліджень встановлено, що безперервне управління засобами ППО Сухопутних військ в ході бою може бути здійснено проведенням комплексу заходів:

- своєчасне маневрування ПУ ППО (виведення з під удару);
- налагоджений обмін інформацією між ПУ ППО та своєчасна передача управління;
- дезінформацією противника про розміщення і роботу ПУ ППО;
- автоматизацією процесів управління, впровадженням сучасного спеціального

математичного і програмного забезпечення АСУ військами (силами);
відновлення порушеного управління у найкоротші терміни часу.

Відомі методики оцінювання безперервності управління передбачають, що на безперервність функціонування ПУ ППО, як елемента системи управління, значний вплив має кількість переміщень, відстань, на яку вони здійснюються, швидкість переміщення, час розгортання (згортання) ПУ ППО, час активного функціонування ПУ ППО, час функціонування ПУ ППО на одній позиції [3]. Зазначені методики дозволяють оцінити безперервність управління підрозділами ППО Сухопутних військ, але вони розглядають часткові фактори, які впливають на безперервність управління, при цьому система показників, що застосовується, в основному носить імовірнісний характер.

З метою удосконалення існуючих методик оцінювання безперервності управління пропонується використовувати підходи які реалізовані в коефіцієнтних методиках оцінювання ефективності системи управління, в яких вплив різних факторів систему управління визначається сукупністю різних коефіцієнтів, що розраховуються заздалегідь, зводяться в таблиці і служать зручним додатковим матеріалом при підготовці варіантів рішень і обґрунтуванні основних пропозицій. Для оцінювання здатності ПУ ППО забезпечувати безперервну роботу пропонується використовувати коефіцієнт безперервного функціонування який характеризує час корисного використання ПУ ППО. Запропонований коефіцієнт безперервного функціонування ПУ ППО є прямо пропорційний відношенню часу безперервного функціонування ПУ ППО до циклу функціонування ПУ ППО, який представляє собою тимчасовий інтервал між завершенням роботи із забезпечення обміну інформацією на різних позиціях. При цьому час безперервного функціонування ПУ ППО складається з часу забезпечення управління на всіх етапах маневру (переміщення) та часу функціонування ПУ ППО на одній позиції.

Список використаних джерел:

1. Лезік О. В., Волков А. Ф., Токар О. А., Стадніченко В. Г. Сутність, зміст та оцінка ефективності управління підрозділом протиповітряної оборони Сухопутних військ та вогнем в бою. *Системи озброєння і військова техніка*. 2020. № 2 (62). С. 119-128.

2. Дробаха Г. А., Варакута В. П. Вплив співвідношення стійкості і безперервності на характеристики управління та шляхи розробки методики розрахунку значень показників процесу безперервності управління з'єднаннями та частинами корпусу ППО під час бойових дій. *Збірник наукових праць*. 2002. № 3 (41). С. 17-19.

3. Волков А. Ф., Лезік О. В., Долина М. П., Корсунов С. І., Федченко С. І., Гуленов І. В. Аналіз, оцінка та шляхи підвищення ефективності системи управління підрозділами ППО сухопутних військ за рахунок безперервності її функціонування. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. № 3(69). С. 7-15. <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.69.01>.

Волков Андрій Федорович – начальник кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vaf75takt@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1566-9893>.

Харчук Максим Анатолійович – курсант, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: maksymkharchuk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0003-0048-1182>.

Volkov Andrii – head of department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: vaf75takt@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1566-9893>.

Kharchuk Maksym – cadet, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: maksymkharchuk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0003-0048-1182>.

Р. В. Попадюк, М. М. Бречка, В. В. Ярошук

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОХОРОНИ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ЧАС РОЗТАШУВАННЯ НА МІСЦІ

Анотація: актуальним завданням є захист мобільних об'єктів або пунктів тимчасової дислокації. Саме для захисту подібних об'єктів створюються охоронно-сигналізаційні системи швидкого розгортання (ОССШР). Потреба у використанні подібних систем є як у військовій, так і цивільній сферах. У випадку військового застосування це охорона пунктів тимчасової дислокації, тимчасових штабів, нічних стоянок піхоти та техніки. Рубежі що охороняються, та контрольована зона, можуть розташовуватись на місцевості зі складним та непідготовленим ландшафтом, після виконання задач складові частини комплексу зазвичай згортаються і розгортаються в іншому місці.

Ключові слова: захист об'єктів, розташування підрозділів, охоронні сигналізації.

Abstract: The actual task is to protect mobile objects or points of temporary deployment. It is to protect such objects that security and alarm systems of rapid deployment (SASRD) are created. The need to use such systems is both in the military and civilian spheres. In the case of military use, this is the protection of temporary deployment points, temporary headquarters, night parking of infantry and equipment. The protected perimeter and controlled area can be located on terrain with a complex and unprepared landscape, after completing tasks, the components of the complex are usually folded and deployed elsewhere.

Keywords: protection of facilities, location of units, security alarms.

В умовах активного застосування ворогом розвідувальних і диверсійно-розвідувальних груп особливого значення набуває виконання заходів з охорони підрозділів, призначених в якості загальновійськових резервів (бронегруп). Аналіз даних заходів показав ряд проблем з охорони під час розташування підрозділів в районах зосередження, вихідних районів, районах відпочинку, базових районах (таборах).

Оскільки головні завдання, що покладуються на особовий склад під час розташування на місці, пов'язані з підготовкою до майбутніх дій та відновленням боєздатності, виникає необхідність мінімального залучення особового складу для охорони підрозділів.

Для зниження залучення особового складу до виконання завдань з охорони в перспективі слід використовувати технічні засоби. Наприклад, вдало розміщена відеокамера забезпечить спостереження за небезпечною або закритою ділянкою місцевості на 360 градусів 24/7. В поєднанні з відеокамерами можна передбачити використання сейсмічних систем розвідувально-сигналізаційної апаратури типу "Реалія-У" та "Табун" радянського виробництва або "REMBASS", "REMBASS-2" виробництва США. Основним недоліком цих систем є відсутність комп'ютерного інтерфейсу.

Сучасна охоронно-сигналізаційна система швидкого розгортання – це повноцінний комплекс технічних приладів, основним завданням якого є своєчасне інформування про проникнення на територію контрольованої зони сторонніх об'єктів, а також про виникнення інших форс-мажорних ситуацій (руйнування стін, перекриття, вікон; вихід з ладу елементів структури системи, тощо). До важливих характеристик ОССШР відносяться тривалість розгортання, дальність виявлення вторгнення, дальність передачі інформації, масо-габаритні показники, термін безперервної працездатності, максимальна прихованість свого функціонування радіоканалів передачі інформації, щоб запобігти виявленню сучасними засобами розвідки.

Принцип даного способу розвідки заснований на використанні сейсмоакустичних і магнітних датчиків, встановлених вручну на напрямках найбільш ймовірного висування ДРГ. Датчики при проходженні по контрольованій ділянці людей і транспортних засобів спрацьовують і по радіоканалам автоматично передають сигнальну інформацію на прийомний пункт в реальному часі.

Основними шляхами вирішення проблеми комплектування підрозділів технічними засобами охорони є розробка своїх сучасних систем спостереження та охорони, закупівля їх на державному рівні.

Список використаних джерел:

1. Гаврілов Д. В., Поворознюк Р. В. Охоронно-сигналізаційний комплекс PIR-4. Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету, 2019, В., ВНТУ. <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/26923>;
2. Нагорнюк О. А., Бугайов М. В.. Система тактичної сигналізації на основі модулів доплерівських радарів. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22144/OVT-2017-231-233.pdf?sequence=1>;
3. Іохов О. М., Малюк В. Г., Ткаченко К. М.. Імітаційна модель активного радіомаскування військових підрозділів у оперативному районі з урахуванням дії повітряних засобів радіорозвідки противника. Х., Системи управління, навігації та зв'язку, 2017, випуск 4(44).

Попадюк Роман Васильович – викладач кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: ramul181818@gmail.com

Бречка Михайло Михайлович – канд. техн. наук, старший викладач кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: mbrekm@gmail.com

Ярошук Віталій Володимирович – викладач кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: Yaroschuk1977@ukr.net

Popadiuk Roman – Lecturer of the Department of Tactics of the Air Defense Forces of the Ground Forces of the Faculty of Air Defense of the Ground Forces, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkov, e-mail: ramul181818@gmail.com

Brechka Mykhailo – Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer of the Department of Tactics of Air Defense Forces of the Land Forces of the Faculty of Air Defense of the Land Forces, Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: mbrekm@gmail.com

Yaroshchuk Vitalii – Lecturer of the Department of Tactics of the Air Defense Forces of the Ground Forces of the Faculty of Air Defense of the Ground Forces, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkov, e-mail: Yaroschuk1977@ukr.net

НАПРЯМКИ СТВОРЕННЯ МОДУЛЬНО-УНІФІКОВАНИХ БАГАТОМОСТОВИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШАСІ ВИСОКОЇ ПРОХІДНОСТІ

Анотація: запропоновані напрямки створення модульно-уніфікованих базових шасі колісних транспортних засобів високої прохідності з колісними формулами 6x6.1, 8x8.1 та 10x10.1 на засадах формування системи їх модульного проектування. Проаналізовані переваги створення, експлуатації та ремонту максимально-уніфікованих багатомостових автомобільних шасі з різними колісними формулами, обладнаних тяговими гібридними електричними приводами послідовного типу.

Ключові слова: повнопривідні автомобільні шасі, колісні транспортні засоби, модульне проектування техніки, модульно-уніфіковані шасі.

Abstract: The directions for the creation of modular-unified basic chassis of high-terrain wheeled vehicles with wheel formulas 6x6.1, 8x8.1 and 10x10.1 based on the formation of their modular design system are proposed. The advantages of the creation, operation and repair of the most unified multi-bridge car chassis with various wheel formulas, equipped with bending traction electric drives of the sequential type, are analyzed.

Keywords: All-wheel drive car chassis, wheeled vehicles, modular design of equipment, modular and unified chassis.

Відповідно до основних напрямків розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період [1] створення багатомостових автомобільних шасі високої прохідності з колісними формулами 6x6.1, 8x8.1 та 10x10.1 являється актуальним завданням підприємств військово-промислового комплексу нашої держави. Такі шасі необхідні для виробництва на їх базі транспортних засобів спеціального призначення високої прохідності та відповідного військового озброєння з підвищеними характеристиками мобільності, прохідності, автономності, економічності та захищеності особового складу.

Однією з найважливіших вимог до створення базових автомобільних шасі видається максимальна уніфікація всіх необхідних їх типорозмірів за вантажопідйомністю з відповідними колісними формулами. Виконання цієї вимоги обумовлює, безумовно, необхідність застосування системи модульного проектування базових автомобільних шасі на наступних засадах [2]:

- мінімізація сукупності базових (основних) модулів шасі, особливо модулів, обладнаних тяговим приводом;
- використання тягових двигунів лише однієї моделі, незалежно від вантажопідйомності шасі з різними колісними формулами.

Одним із напрямків створення автомобільних шасі високої прохідності з колісними формулами 6x6.1, 8x8.1 та 10x10.1, які являються базовими для більшості бойових військових транспортних засобів, являється застосування комбінованих (гібридних) силових установок. Як відомо, існує три типи гібридних тягових приводів – послідовний, паралельний та комбінований, до складу яких входять двигуни внутрішнього згоряння, зазвичай, дизельні або газотурбінні, та тягові електричні двигуни (ЕД).

Єдино реальним тяговим приводом для створення автомобільних повнопривідних шасі з чотирма та п'ятьма тяговими мостами видається гібридний привід послідовного типу, який передбачає застосування дизель-генераторної установки для забезпечення живлення тягових ЕД. Інші два типи гібридних тягових приводів являються значно складнішими, до того ж потребуватимуть використання кількох моделей (трьох і більше) дизельних двигунів.

Проте, навіть застосування послідовного гібридного тягового приводу потребує відповідного обмеження діапазону допустимих повних мас базових шасі за умови забезпечення їх максимальної уніфікації. Як показано у роботі [3], максимально-уніфіковані керовано-тягові та тягові мости повнопривідних шасі з допустимою навантагою 58,9 кН (6000 кГс) забезпечують створення типорозмірного ряду базових автомобільних шасі з допустимими повними масами до 12000 кг (4x4.1), до 18000 кг (6x6.1) та до 24000 кг (8x8.1). Тобто, такі шасі покривають більшість потреб у найбільш застосовуваних типорозмірах за допустимою повною

масою від 5000 кг до 32000 кг. Вибір допустимої навантаги на мости повнопривідних базових шасі обмежений величиною 6000 кгс з огляду на забезпечення кращої прохідності у важких умовах експлуатації поза автомобільними дорогами. За необхідності допустима навантага на мости збільшується до 10000 кг, що забезпечить допустимі повні маси до 30000 кг, до 40000 кг та до 50000 кг для шасі з колісною формулою, відповідно, 6х6.1, 8х8.1 та 10х10.1.

Створення модульно-уніфікованих базових автомобільних повнопривідних шасі високої прохідності з колісними формулами 8х8.1 та 10х10.1 пропонується на основі застосування трьох основних модулів (рис. 1):

- модуля кабіни водія і силового агрегату, обладнаного двома керовано-тяговими мостами (колісна формула модуля – 4х4.1);
- модулів для розміщення функціональних модулів спеціального або спеціалізованого призначення (колісні формули модулів у двох варіантах – 4х4.1 та 6х6.1).

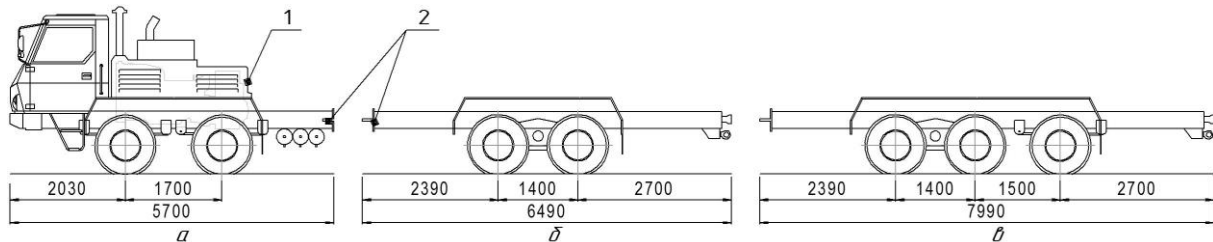


Рис. 1. Основні модулі колісних шасі з дизель-генераторною установкою:

- а) – модуль кабіни водія і ДГУ; б) – модуль задньої частини шасі з двома тяговими мостами;
 - в) – модуль задньої частини шасі з трьома тяговими мостами;
- 1 – дизель-генераторна установка; 2 – система жорсткого кріплення модулів

Модуль кабіни водія може бути виконаний в кількох варіантах (модифікаціях) за кількістю та розміщенням дизель-генераторної установки (ДГУ):

- з однією ДГУ, розміщеною вздовж або поперек поздовжньої осі симетрії модуля;
- з двома ДГУ, розміщеними вздовж або поперек поздовжньої осі симетрії модуля.

За рахунок застосування однієї або двох ДГУ забезпечується максимальна уніфікація модулів базових шасі з огляду на збереження заданої питомої потужності на основі лише однієї моделі дизельного двигуна та однієї моделі тягового генератора. Хоча, при потребі, можуть використовуватися і їх максимально уніфіковані модифікації більшої потужності.

Остаточний вибір кількості ДГУ та їх розміщення повинен базуватися на забезпеченні оптимальних умов експлуатації військових колісних транспортних засобів конкретного функціонального призначення.

Керовано-тягові мости модуля кабіни водія та ДГУ і тягово-керовані мости модулів задніх частин шасі інтегрально-балкового типу теж забезпечують їх максимальну уніфікацію.

У залежності від функціонального призначення кузова або від типу озброєння модулі задньої частини шасі можуть бути виконаними у варіантах з різною довжиною (рис. 2) та різними надбудовами.

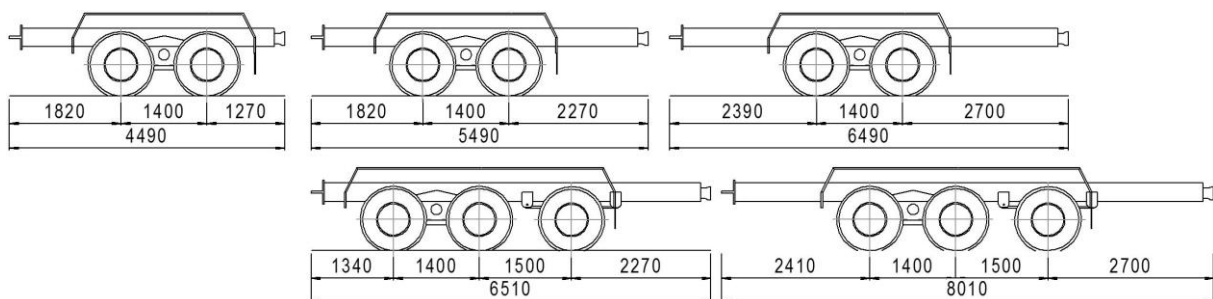


Рис. 2. Модифікації максимально-уніфікованих дво- та тримостових модулів задньої частини колісних шасі різної довжини

Окрім того, за потреби можливе створення тримостового модуля задньої частини шасі з індивідуальною підвіскою коліс і одномостового модуля для шасі з колісною формулою 6х6.1 (рис. 3).

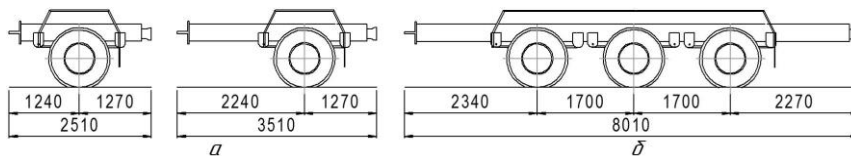


Рис. 3. Модифікації модулів задньої частини шасі:
 а) – одномостовий для автомобілів з колісною формулою 6х6.1;
 б) – тримостовий з індивідуальною підвіскою коліс

Застосування пропонувананих модулів забезпечує створення типорозмірних рядів базових колісних шасі різної довжини в діапазоні від 8,0 м до 13,5 м, розраховані, відповідно, на допустиму повну масу 24000 кг, 32000 кг і 40000 кг (рис. 4).

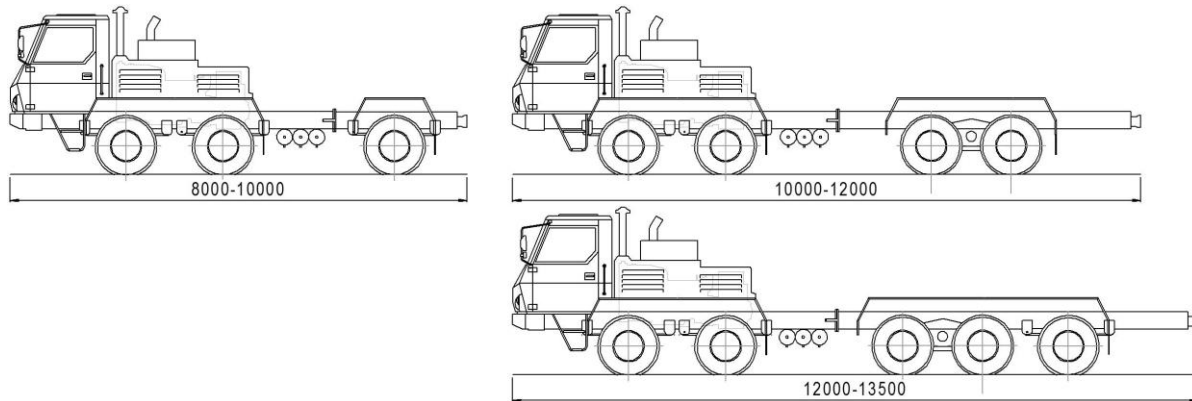


Рис. 4. Типорозмірний ряд базових модульно-уніфікованих шасі високої прохідності з колісними формулами 6х6.1, 8х8.1 та 10х10.1

Такий типорозмірний ряд базових багатомостових колісних шасі високої прохідності здатний замінити цілий ряд моделей мало уніфікованих шасі виробництва Кременчуцького автомобільного заводу, серед яких КрАЗ-5233НЕ (4х4.1) довжиною до 8,7 м і повною масою до 17400 кг, КрАЗ-6322 (6х6.1, до 10,1 м та 31500 кг), КрАЗ-7634 НЕ (8х8.1, 11,83 м, 45000 кг) та інші. Всі наведені моделі шасі різної допустимої маси – від 17400 кг до 45000 кг обладнані дизельними двигунами потужністю 300-400 кВт, тобто, їх питомі потужності становлять 8,89 кВт/т (шасі 8х8.1), 17,2-21,3 кВт/т (шасі 4х4.1) та 9,5-11,9 кВт/т (шасі 6х6.1).

Пропонований типорозмірний ряд забезпечує питому потужність усіх його моделей, наприклад, 12,5 кВт/т при потужності тягового ЕД одного моста 100 кВт, що при максимальному коефіцієнті уніфікації на рівні 0,9-0,95 являється його безумовною перевагою.

Список використаних джерел:

1. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Проблема оновлення автопарку Збройних Сил України та формування перспективного типуажу військової автомобільної техніки в аспекті сучасних тенденцій. *Озброєння та військова техніка*, 2018. № 1(17). С. 24-31.
2. Войтків С. В. Концепція формування модульної системи автомобільних шасі підвищеної прохідності. Матеріали II Всеукр. наук.-техн. інтер.-конф. "Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки", 17-18 листопада 2022 року : зб. наук. пр. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 241-243.
3. Войтків С. В. Система модульного проектування автомобільних шасі з кабіною. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : Матеріали XLIX наук.-техн. конф. підрозділів ВНТУ, 18-29 травня 2020 р. : зб. наук. праць. Вінниця : ВНТУ, 2020. С. 3267-3269.

Войтків Станіслав Володимирович, к.т.н., генеральний конструктор, Науково-технічний центр "Автополіпром", Заслужений машинобудівник України, м. Львів, voytkivsv@ukr.net. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7789-2081>

Voytkiv Stanislav, Cand. of Science, General Designer, The Deserved Machine Engineer of Ukraine, Scientific and technical Center "Autopoliprom", Lviv, voytkivsv@ukr.net.

В. В. Кав'юк, А. А. Кашканов

АНАЛІЗ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ НАЗЕМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ

***Анотація:** розглянуто аспекти аеродромно-технічного забезпечення польотів в державах НАТО на основі використання парку автомобільної техніки багатопільового призначення. Визначено перспективні напрямки розвитку засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів у Збройних Силах України.*

***Ключові слова:** аеродромно-технічне забезпечення польотів, автомобільна техніка багатопільового призначення, модульні засоби рухомості, гібриди та електромобілі.*

***Abstract:** Aspects of airfield and technical support of flights in NATO countries based on the use of multi-purpose vehicle fleet are considered. Prospective directions for the development of airfield technical support for flights in the Armed Forces of Ukraine have been determined.*

***Key words:** airfield and flight technical support, multi-purpose automotive equipment, modular means of mobility, hybrids and electric vehicles.*

Вступ

В наш час велика увага приділяється проблемі підвищення якості, надійності та довговічності створюваних засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП). Ця проблема має комплексний характер, її розв'язання належить до першочергових задач, які мають державне значення. Розвиток Збройних Сил України неможливий без міжнародної кооперації в проведенні системних досліджень з питань імплементації основних принципів НАТО щодо пошуку шляхів переоснащення армії на новітні зразки озброєння та військової техніки (ОВТ), їх випробування і сертифікації, а також створення сучасних інформаційних технологій прийняття рішень у військовій сфері.

Метою роботи є визначення перспективних напрямків розвитку засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів у Збройних Силах України на основі досвіду країн НАТО.

Результати дослідження

Відомо, що засоби рухомості в аеропорту і засоби наземного забезпечення польотів в провідних країнах світу, а саме державах НАТО, використовуються для підвезення і доставки різноманітних вантажів, виконання операцій підготовки повітряних суден до польоту, усунення несправностей, що виникають та надання енергії для виконання великої кількості сервісних функцій [1-3]. В результаті проведеного аналізу були встановлені наступні тенденції розвитку ЗАТЗП провідних країн світу за останні декілька десятиріч [4-8]:

– поширення застосування модульних технологій побудови не тільки засобів рухомості (ЗР), а й спеціального обладнання;

– спостерігається тенденція до певного зменшення потужності силових установок ЗР, що пов'язано зі зменшенням габаритних та вагових показників саме спеціального обладнання. В їх конструкції застосовуються новітні технічні рішення, зокрема сучасні композитні матеріали. Більш жорсткі вимоги ставляться щодо екологічної безпеки силових установок ЗР;

– колісні схеми сучасних ЗАТЗП тривалий строк часу залишаються постійними та у більшості їх можна поділити на три групи 4×2 ; 4×4 ; 6×4 ; 6×6 ;

– більшість провідних країн світу формують парк ЗАТЗП автомобільною технікою вітчизняного виробництва;

– поширюється використання тракторів з навісними, напівпривісними і причіпними механізмами, а також устаткуванням спеціального призначення в якості ЗР ЗАТЗП.

В таблиці 1, на прикладі сучасного винищувача п'ятого покоління F-35 (США), наведений перелік спеціального обладнання, що використовується для його наземного обслуговування. На рисунку 1 наведено обладнання Air-side GSE, що використовується для наземного обслуговування авіаційної техніки ПС США та порядок його розташування під час обслуговування повітряних суден.

Таблиця 1.1 – Перелік спеціального обладнання для наземного обслуговування повітряних суден

Оригінальна назва	Переклад
Hydraulic Control Test Stand	Стійка контролю гідравлічної рідини
Large Corrosion Control Cart	Великий візок контролю корозії
Hydraulic Fluid Servicing Unit	Модуль обслуговування рідин
Engine Oil Fluid Servicing Unit	Модуль обслуговування олів
Transmission Fluid Servicing Unit	Модуль заправлення рідин
Hydraulic Power Supply	Аеродромне джерело живлення
Hydraulic Cart	Гідравлічний візок
High Purity Self Generating Nitrogen Service Cart	Візок видобутку азоту високої чистоти
Ammunition Loader	Завантажувач боєприпасів
Aircraft Cabin Leakage Tester	Обладнання тестування герметичності кабіни
Instrument Verification System	Обладнання перевірки приладів
Transport munitions	Транспортувальник боєприпасів



Рисунок 1 – Засоби наземного обслуговування ПС США

Окрім США, актуальні розробки з цієї тематики ведуться в ФРН, Словачії, Польщі, Великобританії та ряді інших країн НАТО. Спостерігається тенденція зменшення ваги та габаритів спеціального обладнання ЗАТЗП провідних країн світу, що викликає суттєве зменшення вантажопідйомності їх ЗР. Провідні країни світу постійно збільшують уніфікацію засобів рухомості та ЗАТЗП взагалі, обираючи у якості автомобільних засобів рухомості для ЗАТЗП переважно автомобільну техніку вітчизняного виробництва. Загальна тенденція – відмова від бензинових двигунів в самохідних засобах та у приводах спеціальної техніки. На фоні найбільшого розповсюдження дизельного приводу у засобів рухомості поширюється застосування автомобілів з електричними силовими агрегатами. Країни НАТО для пересування більшості засобів наземного забезпечення використовуються причепи, що викликано підходом до застосування та транспортування такого обладнання. Встановлено широке застосування спеціальних лоадерів які, не дивлячись на дуже специфічну конструкцію, мають непогану прохідність в транспортному положенні та здатні самозавантажуватися до транспортних повітряних суден. Країни, що входять до блоку НАТО переоснащують парк ЗАТЗП, такими засобами, що відповідають його стандартам, в тому числі й щодо засобів рухомості. Провідні країни світу у середньому кожні 10 років оновлюють свій парк ЗАТЗП, при цьому оновлюються не тільки засоби рухомості, а й спеціальне обладнання. Слід відзначити, що для наземного обслуговування повітряних суден використовуються велика кількість засобів наземного забезпечення. У зв'язку з цим виробники провідних країн світу намагаються зробити ЗАТЗП найбільш універсальними.

Висновки

Таким чином треба визначити що в арміях провідних країн світу значну частину парку ЗАТЗП формують автомобілі багатоцільового призначення з різними конструкціями вантажних

платформ і кузовів-фургонів. Пріоритетним напрямком формування парку ЗАТЗП країн членів НАТО є створення нових типів малих армійських автомобілів. Так, в армії США та інших країн широко використовуються різноманітні комплекси озброєння (у тому числі й ЗАТЗП), які встановлюються на багатоцільових автомобілях малої вантажопідйомності, що дозволяє мати високі швидкісні, тягові та маневрові якості. Значна увага в арміях провідних країн світу приділяється побудові ОБТ ЗАТЗП ПС на базі модульної техніки, гібридних та електромобілів. Встановлена тенденція формування провідними країнами світу парку ЗАТЗП переважно автомобільною технікою вітчизняного виробництва. Враховуючи глибоке партнерство Збройних Сил України з країнами НАТО та потребу Повітряних Сил Збройних Сил України в технічному переоснащенні існуючих ЗАТЗАП для обслуговування літаків F-16 та подібних літальних апаратів доцільно використати виявлений досвід при формуванні технічних програм розвитку засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів у Збройних Силах України та в розробці нових (удосконаленні існуючих) засобів ОБТ.

Список використаних джерел:

1. Thomas S. Civilian and military air traffic control in the EU. Working document for the STOA Panel. Brussels, European Parliament, November 2001. URL: <https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/committees/reitt/20020121/297568EN.pdf>.
2. North Atlantic Treaty Organization (NATO). Aviation Committee. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_69339.htm.
3. Aeroservices. Ground Support. GSE. URL: <https://www.aeroservicesltd.com/ru/ground-support/gse>.
4. Леоненко О. М., Кав'юк В. В., Бусилко О. А. Експлуатація автомобілів та засобів АТЗ польотів: навч. посіб. Харків: ХУПС, 2015. 304 с.
5. Міжнародна науково-практична конференція: Всеохоплююча оборона: досвід протидії збройній агресії РФ проти України: зб. матеріалів міжн. наук-практ. конф. (Київ, 27квітня 2023 р.). К.: Національний університет оборони України, 2023. 313 с.
6. Новіченок С. М., Кравчук О. Д., Леоненко О. М., Сокол О. М., Терентьева І. В. Шляхи удосконалення оцінки якості аеродромно-технічного забезпечення польотів повітряних суден Збройних Сил України з урахуванням досвіду країн-партнерів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2024. № 4 (53). С. 46-53. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.53.06>.
7. Кириченко В. В., Кав'юк В. В., Васильєв Б. Г. Рішення проблемних задач перспектив розвитку засобів аеродромно-технічного обслуговування повітряних суден. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. №2(27). С.42–48.
8. Кашканов А. А., Краснокутський В. М., Кав'юк В. В., Матющенко С. Я. Обґрунтування тактико-технічних характеристик додаткової енергетичної установки при модернізації аеродромного багатоцільового кондиціонера АМК-24/56-131. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер.: Автомобіле- та тракторобудування: зб. наук. пр. Харків : НТУ «ХПІ», 2023. № 2. С. 3-17. <https://doi.org/10.20998/2078-6840.2023.2.01>.

Кав'юк Вадим Володимирович – начальник кафедри аеродромно-технічного забезпечення авіації, e-mail: super-kvv1971@ukr.net. Харківський національний університет Повітряних Сил ім.І.Кожедуба, м. Харків. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0367-8314>.

Кашканов Андрій Альбертович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: a.kashkanov@vntu.edu.ua. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3294-6135>.

Кав'юк Вадим Володимирович – начальник кафедри аеродромно-технічного забезпечення авіації, e-mail: super-kvv1971@ukr.net. Харківський національний університет Повітряних Сил ім.І.Кожедуба, м. Харків. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0367-8314>.

Kashkanov Andrii A. – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: a.kashkanov@vntu.edu.ua. Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3294-6135>.

А. О. Красноручий, В. А. Хлоп'ячий, Р. В. Древенчук, В. С. Матвєєва

АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ МЕТЕОУТВОРЕНЬ ЯКІ СТАНОВЛЯТЬ ЗАГРОЗУ НОРМАЛЬНОМУ ФУНКЦІОНУВАННЮ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ БАУРАКТАР TB2 ПІД ЧАС ПОЛЬОТУ

Анотація: розвідувально-ударний безпілотник Bayraktar TB2, наданий Туреччиною Збройним Силам України, продемонстрував свою ефективність у боротьбі з російськими окупаційними військами. Завдяки своїм характеристикам, безпілотник став надзвичайно небезпечним для ворожих сил. Але є безліч зовнішніх факторів, які впливають на результативність роботи безпілотника. Деякі, навіть, несуть летальні наслідки. Існуючі комплектації БпЛА мають у своєму складі лише систему попередження оператора про обледеніння апарату під час польоту. Досвід застосування БпЛА даного типу свідчить про його вразливість до обледеніння. Саме тому проведення аналізу небезпечних метеорологічних факторів є основною передумовою при розробці пропозицій щодо захисту БпЛА в ході його застосування в складних метеорологічних умовах.

Ключові слова: літальний апарат, Bayraktar TB2, система противообледеніння, кристалізація.

The Bayraktar TB2 reconnaissance and strike drone provided by Turkey to the Armed Forces of Ukraine has demonstrated its effectiveness in the fight against Russian occupation forces. Due to its characteristics, the drone has become extremely dangerous for enemy forces. But there are many external factors that affect the performance of a drone. Some of them are even fatal. Existing UAV configurations have only a system to warn the operator about icing during flight. The experience of using this type of UAV shows that it is vulnerable to icing. That is why the analysis of hazardous meteorological factors is the main prerequisite for developing proposals for the protection of UAVs during their use in difficult meteorological conditions

Keywords: aircraft, Bayraktar TB2, de-icing system, crystallization.

В ході застосування Bayraktar проявилися не тільки позитивні сторони його конструктивного виконання, а також ряд конструктивно-виробничих недоліків. Однією з слабких сторін безпілотника є відсутність системи противообледеніння, що в екстремальних умовах агресивного середовища низьких температур може вплинути на результати його застосування. Саме тому проведення аналізу небезпечних метеорологічних факторів з метою подальшої розробки системи противообледеніння безпілотника є актуальною науково-прекладною задачею розглянутою в даній роботі.

Усі видимі метеорологічні явища погоди, зокрема й умови, за яких виникає обледеніння безпілотного літального апарату, формуються головним чином у нижньому шарі атмосфери – тропосфері. Як відомо, її висота біля полюсів і на екваторі коливається від 7 до 16-18 км. У ній зосереджено приблизно 7-10 усієї маси повітря. У тропосфері повітря складається з суміші газів, води в трьох станах: рідкій, пароподібній, кристалічній і різних домішок: найдрібнішого пилу, продуктів горіння, спор рослин, солей тощо. На відміну від основного складу повітря, кількість домішок, що є ядрами конденсації та кристалізації води, істотно змінюється, по висоті та вздовж поверхні землі. Потужні теплові вертикальні потоки повітря, безперервне перемішування повітряних мас із різною температурою та тиском, зниження температури та тиску повітря з висотою-обумовлюють також зміну концентрації води в повітрі, сприяють конденсації водяної пари та формуванню хмар, туману, дощу, снігу або граду. За певних умов вода може перебувати в переохолодженому стані.

Обледеніння безпілотних літальних апаратів здебільшого відбувається під час польоту в цьому середовищі, яке містить краплі води за від'ємної температури навколишнього повітря, здебільшого в хмарах або в умовах переохолодженого дощу.

Відомо, що вода в рідкому стані може зберігатися тривалий час за порівняно низької температури, за $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче. Причини цього, а також швидкої її кристалізації під час зіткнення з поверхнею літального апарата поки що вивчені ще недостатньо.

Для кристалізації переохолоджених крапель необхідна певна сукупність умов. Процес переходу з одного стану в інший описується кінетичним рівнянням фазових рівноваг, яке в загальному вигляді може бути записане у вигляді експоненціальної функції:

$$V = k_1 e^{-k_2 T \tau}$$

де V – швидкість зміни основного визначального параметра; k_1 – передекспоненціальний множник, що залежить від умов переходу системи в термодинамічно рівноважний стан (наприклад, густина центрів зародків кристалізації); k_2 – енергетичний критерій переходу системи в рівноважний стан; T – абсолютна критична температура при фазовому переході; τ – час фазового переходу.

Перехід системи в термодинамічний рівноважний стан визначається умовами появи центрів утворення осередків нової фази. Ядрами кристалізації можуть бути перелічені вище домішки. На великих висотах за низьких температур повітря ядра кристалізації можуть виникати мимовільно, випадковим угрупованням молекул води. Чим нижча температура, тим швидше виникає початковий кістяк кристалічної решітки, який служить ядром кристалізації, і чим менший об'єм переохолодженої води, тим менш імовірним є виникнення ядер кристалізації. Через малий розмір переохолоджених крапель (кілька десятків мкм) мимовільна кристалізація їх може відбуватися за дуже низьких температур повітря.

Кристалізації переохолоджених крапель в атмосфері перешкоджає недостатнє відведення тепла з поверхні крапель в навколишнє розріджене середовище, наявність певного протитиску, що створюється силами поверхневого натягу, який стримує збільшення об'єму води під час замерзання, вплив сонячної радіації тощо. Як показують дослідження, у хмарних краплях завжди є розчинені речовини, такі як солі, іони хлору. При зменшенні діаметра крапель концентрація цих речовин збільшується. Відповідно до закону Рауля, вміст у рідині сторонніх речовин знижує температуру її замерзання. Не виключена можливість і того, що хмари можуть містити краплі аномальної та сверханомальної води (що утворюється в результаті випаровування з численних капілярів поверхні землі), що має низьку температуру замерзання (близько $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Найімовірнішими причинами швидкої кристалізації переохолоджених крапель під час зіткнення з поверхнею літальних апаратів вочевидь слід вважати:

- наявність на поверхні найдрібніших кристалів льоду і пилу, які є ядрами кристалізації;
- можливість утворення під час зіткнення крапель із поверхнею ультразвукових хвиль, що значно прискорюють процес мимовільного утворення ядер кристалізації.

Вплив механічного фактора під час удару крапель об поверхню на кристалізацію крапель сумнівний. Як показують експерименти, переохолоджена вода проявляє велику стійкість до різних механічних впливів. Остаточні висновки можуть бути зроблені тільки після того, як повністю буде розкрито фізику механізму кристалізації переохолоджених крапель на поверхні літального апарата.

Надалі вважатимемо, що якщо умови теплообміну на поверхні, що обмерзає, забезпечують відведення прихованої теплоти кристалізації та водночас рівноважна температура поверхні за своїм значенням нижча за $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, то вся вода при цьому досить швидко, практично миттєво, кристалізується.

Поряд з обледенінням, зумовленим наявністю в навколишньому середовищі переохолоджених крапель води, так званим “крапельним” обледенінням, існує якісно відмінний вид обледеніння літальних апаратів – сублімаційне обледеніння. Сублімаційне обледеніння

відбувається внаслідок переходу водяної пари, що міститься в повітрі, безпосередньо в твердий стан, міняючи рідку фазу.

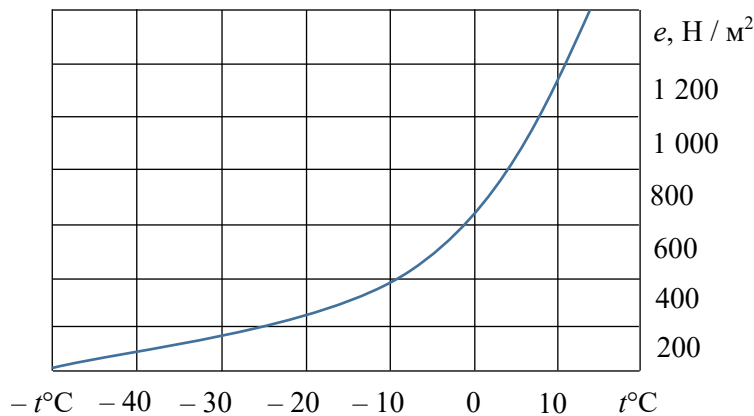


Рисунок 1 . – Залежність пружності водяної пари від температури середовища

Як відомо, кількість водяної пари, що перебуває у повітрі, характеризується його абсолютною або відносною вологістю. Абсолютна вологість - кількість (маса) водяної пари в 1 м³ вологого повітря. За даної температури повітря може містити цілком певну максимальну (насичену) кількість водяної пари.

Найчастіше для характеристики вмісту водяної пари в повітрі використовують параметр – пружність (парціальний тиск) водяної пари – *e*. Максимальна пружність водяної пари значною мірою змінюється залежно від температури повітря.

Значення пружності водяної пари за різних температур повітря над водною поверхнею і поверхнею льоду (Н/м²) наведено нижче в табл. 1.

Таблиця 1.1 – Характерні залежності значень пружності водяної пари за різних температур повітря над водною поверхнею і поверхнею льоду

Температура навколишнього середовища (°C)	- 50	- 40	- 30	- 20	- 10	- 5	0	10
Парціальний тиск водяної пари над водою	6,66	18,7	52	133	286	421,3	610	1228
Парціальний тиск водяної пари над льодом	4	12,9	38,2	103,5	260	402	610	–

З порівняння значень пружності водяної пари над поверхнею води та льоду випливає, що пружність насичених водяних пар поблизу поверхні льоду менший, ніж над поверхнею води. Тому за досить низьких від’ємних температур, незважаючи на те, що повітря не досягає стану насичення щодо води (відносна вологість його менша за 100%), воно може виявитися перенасиченим над поверхнею льоду, а отже, виникне сублімація водяної пари.

Таке сублімаційне обледеніння літальних апаратів може мати місце під час польоту в безхмарній атмосфері в тому разі, якщо поверхні попередньо вкрилися тонким інесподібним шаром льоду, або в разі різкого зниження літального апарата, коли його поверхня зберігає температуру нижчу за температуру довкілля (за значення її, що відповідає точці інею).

Таким чином можна зробити висновок, що із двох основних, якісно відмінних один від одного видів обледеніння (крапельного і сублімаційного) найбільшу небезпеку в польоті становить перший вид. Сублімаційне обледеніння не може бути значним. Зрідка спостерігається так зване сухе обледеніння – осідання на поверхні кристалів льоду під час польоту в кристалічних хмарах найчастіше в тропічних районах. Особливої небезпеки цей вид обледеніння також не становить.

Список використаних джерел

1. Т.П. Мещерякова “Проектирование систем защиты самолётов и вертолетов”.
2. BAYKAR, <https://baykartech.com/en/uav/bayraktar-tb2/>
3. Bayraktar TB2 Armed Unmanned Aerial Vehicle, <https://www.turkishdefencenews.com/bayraktar-tb2-armed-unmanned-aerial-vehicle/>
4. DeepL Translate, <https://www.deepl.com/ru/translator>.

Красноруцький Андрій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету, e-mail: krasnorycki@ukr.net, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Хлоп'ячий Вячеслав Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету, e-mail: 0674648530@ukr.net, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-9551>, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Древенчук Роман Васильович – викладач кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету, e-mail: mailboy@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8935-0923>, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Матвєєва Влада Сергіївна – курсант 4 курсу інженерно-авіаційного факультету, e-mail: vlada161203@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6134-6720>, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Andrii Oleksandrovych Krasnorycki – candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of aircraft and helicopter aviation equipment of the aviation engineering faculty, e-mail: krasnorycki@ukr.net, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

Vyacheslav Anatoliyovych Khlopyachiy – candidate of technical sciences, associate professor, professor of the Department of Aircraft and Helicopter Aviation Equipment of the Aviation Engineering Faculty, e-mail: 0674648530@ukr.net, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4038-9551>, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

Drevenchuk Roman Vasyliovych – lecturer at the Department of Aircraft and Helicopter Aviation Equipment of the Aviation Engineering Faculty, e-mail: mailboy@gmail.com, Ivan

Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8935-0923>, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

***Matveeva Vlada Serhiyivna** – cadet of the 4th year of the aviation engineering faculty, e-mail: vlada161203@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6134-6720>, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, 3a Dynamivska Street, m. Kharkiv, 61023.*

О. М. Баранік, Я. В. Шелест

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ УНІФІКОВАНОГО ЗАСОБУ ТРАНСПОРТУВАННЯ І ПІДВІСКИ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ

Анотація: застосування всієї номенклатури авіаційних засобів ураження при підготовці повітряного судна до бойового вильоту веде до збільшення часу підготовки літака. Одним з напрямків скорочення даного процесу є використання уніфікованого засобу транспортування і підвіски авіаційних засобів ураження.

Ключові слова: уніфікований засіб, завантаження, авіаційні засоби ураження, управляюча система.

Abstract: The use of the entire nomenclature of aviation means of destruction when preparing an aircraft for a combat sortie leads to an increase in the time of preparing the aircraft. One of the directions for reducing this process is the use of a unified means of transportation and suspension of aviation means of destruction

Key words: unified means, loading, aviation means of defeat, control system.

В умовах ведення російсько-української війни велику роль в досягненні цілей відіграє авіація. Сьогодні авіація Повітряних Сил Збройних Сил України застосовує як вітчизняні засоби ураження, так і авіаційні засоби ураження (АЗУ) надані країнами НАТО. Це призводить до збільшення номенклатури застосовуваних засобів ураження. В свою чергу це також збільшує навантаження на фахівців інженерно-авіаційної служби при підготовці літаків до бойових вильотів [1].

Як правило, на оперативних аеродромах базування є обмежена кількість інженерно-технічного складу, тому часто виникає проблема в оперативній доставці та підвішування на повітряне судно АЗУ, що призводить до збільшення часу підготовки літака. Виникає необхідність пошуку шляхів скорочення часу підготовки повітряного судна до вильоту.

Весь процес підготовки АЗУ, транспортування та підвіски на повітряного судна можна розбити на етапи або елементи, час виконання та доля ручної праці. Так наприклад час підготовки літака Су-24М у варіанті 8: ФАБ-500 за допомогою візка підйомника С-32-500 складає 45 хвилин.

Час підготовки можна скоротити за рахунок:

1. Доставки авіаційних засобів ураження комплектно.
2. Зниження ручної праці, за рахунок автоматизації операції підвісу.
3. Можливості самозавантаження засобу транспортування.

В доповіді розглядається питання автоматизації процесів підвіски АЗУ з використанням уніфікованого засобу підвіски з метою зменшення трудовитрат особового складу під час завантаження повітряних суден авіаційними засобами ураження.

Уніфікований засіб підвісу є важливим елементом, що забезпечує ефективну інтеграцію авіаційних засобів ураження на літаках. Правильна конструкція цього засобу впливає на бойову готовність та оперативність виконання завдань. Уніфікований засіб має включати управляючу систему, інформаційно-вимірюючу систему, виконавчу систему, об'єкт управління.

Управляюча система роботизованого засобу виконує задачі:

- управляє процесом підготовки, підвіски АЗУ на БТ літака;
- перевіряє справність елементів РЗ;
- формує сигнали управління і видає їх в останні системи;
- зберігає порядок виконання операцій.

Спосіб управління закладено в позиційному управлінні, рух робочого органу проходить по заданим точкам позиціонування без контролю траєкторії між ними.

В якості інформації про стан системи і агрегатів засобу підвіски використовуються аналогові сигнали, які перетворюються в цифрові коди.

Загальними вимогами до управляючої системи являються: висока надійність в процесі експлуатації; швидкодія; відповідний об'єм пам'яті; широка елементна база; мала вартість.

Модульний принцип побудови управляючої системи дозволить спростити процес перевірки і регулювання, заміни блоків при технічному обслуговуванні.

До управляючої системи входять:

- обчислювальний пристрій;
- запам'ятовуючий пристрій;
- пульт дистанційного управління;
- блок управління і індикації;
- блок ручного управління;
- блок управління приводами [2].

Управляюча система може працювати в двох режимах:

- ручне управління підвіскою АЗУ при відмові обчислювального пристрою або запам'ятовуючого пристрою;
- програмне забезпечення підвіскою АЗУ після установки роботизованого засобу під літак в потрібній зоні.

Апаратну частину управляючої системи складають обчислювальний пристрій і запам'ятовуючий пристрій. Для цього у роботизованому засобі може бути використано програмований логічний контролер, що представляє собою спеціалізовану управляючу мікро ЕОМ, працюючи в реальному масштабі часу по заданим робочим програмам, що розміщуються в ПЗП. Блок-схема контролера представлена на рисунку 1.

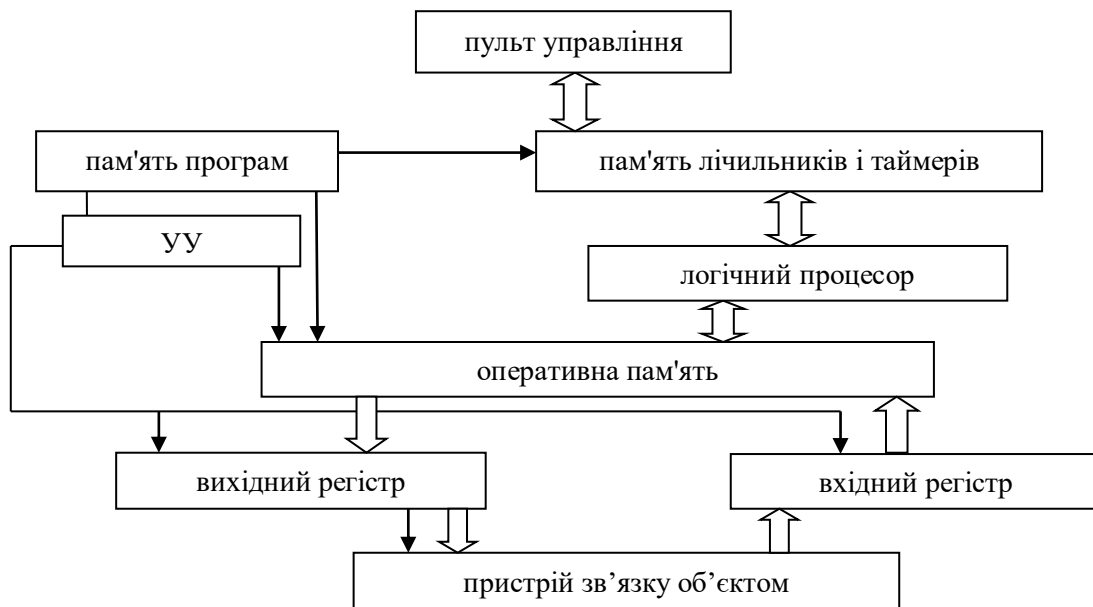


Рисунок 1. – Блок-схема програмованого логічного контролера

Введемо такі скорочення ПУ – пристрій управління; ШУ- шина управління; РЯ- реєстр явищ; ВШД- внутрішня шина даних; А- акумулятор; РгА - реєстр адреси; РЗП - реєстри загального призначення; МХ(ДМХ) - мультиплексом. Схема можливого обчислювального пристрою управляючої системи представлено на рисунку 2.

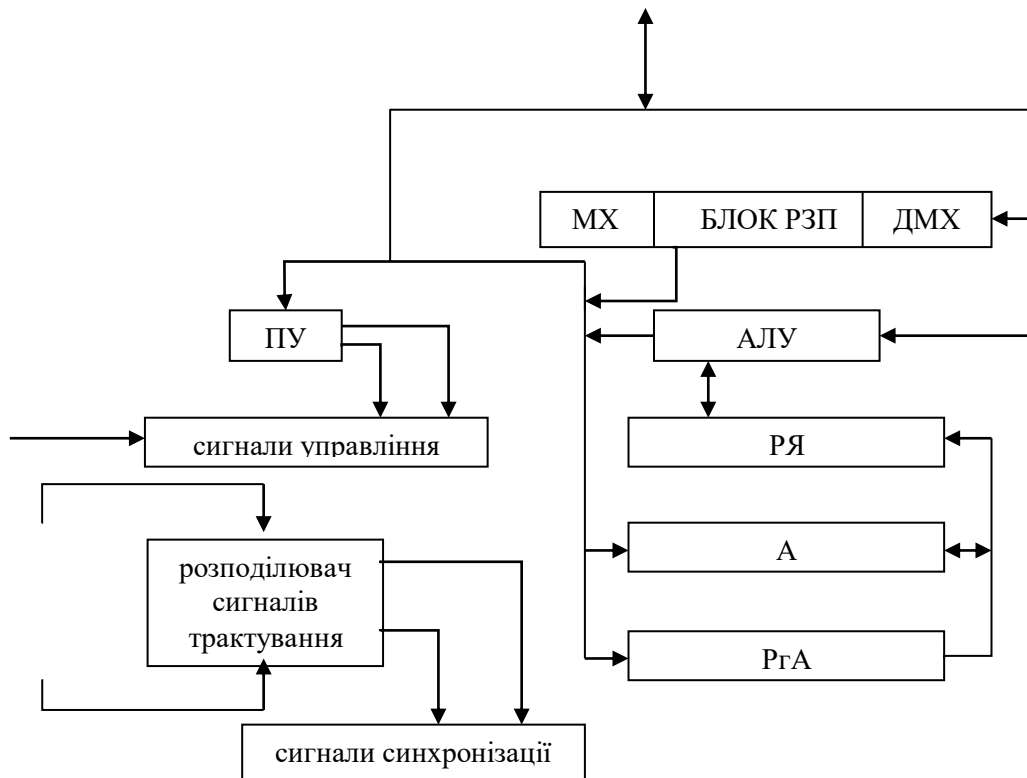


Рисунок 2. – Обчислювальний пристрій системи управління АЗУ

Систему управління можна реалізувати на основі стандартних однокристальних мікропроцесів типу: К 580, К 586, К 1801, К1810, К 1816, К 1815.

Таким чином в доповіді запропонована схема реалізації управляючої ситими уніфікованого засобу транспортування і підвіски авіаційних засобів ураження.

Список використаних джерел:

1. Air Fourse Vision 2035, Air Fourse Command of the Armed Fourses of Ukraine, 2020. p. 6-38.
2. Мікропроцесорна техніка : підручник / В.В. Ткачов, С.М. Проценко, М.В. Козар, В.І. Шевченко; М-во освіти і науки України, НТУ «Дніпровська політехніка». – 2-ге вид., допов. І переробл. – Дніпро: НТУ «ДП». – 2022 – 74-230 с.

Баранік Олексій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри авіаційного озброєння інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: kozaktur@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1499-7943>.

Шелест Яна Валентинівна – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: shelest1327@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4338-6922>.

Baranik Oleksii, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Aviation Weapon Complexes of the Aviation Engineering Faculty Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, <https://orcid.org/0000-0002-1499-7943>, e-mail: kozaktur@i.ua.

Shelest Yana, student of the Aviation Engineering Faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, <https://orcid.org/0009-0001-4338-6922>, e-mail: shelest1327@gmail.com.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА СУ-27 З ПОКРАЩЕНИМИ ЛЬОТНИМИ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Анотація: в даній тезі запропоновано один з варіантів покращення льотних ТТВ на літаку Су-27, а саме можливість створення моменту крену при керуванні літаком, за допомогою інтерцепторів які встановлені на нижній поверхні крила, і відхиляються на великих кутах атаки, коли обтікання крила відбувається з відривом потоку, яка дасть змогу забезпечення безпечних польотів та виконати вимоги до стандартів НАТО.

Ключові слова: інтерцептор; момент крену; покращені ЛТТХ.

Abstract. In this thesis, one of the options for improving flight TTV on the Su-27 aircraft is proposed, namely, the possibility of creating a roll moment when controlling the aircraft with the help of interceptors that are installed on the lower surface of the wing and are deflected at large angles of attack, when the flow around the wing occurs with a flow separation, which will make it possible to ensure safe flights and meet the requirements of NATO standards.

Keywords: interceptor; roll moment; improved LTTV.

В сучасних умовах авіація потребує ефективних аеродинамічних рішень, здатних забезпечити надійну керованість літаків на великих кутах атаки, де традиційні флаперони втрачають ефективність, а літак стає практично некерованим у поперечному каналі. З метою вирішення цієї проблеми на новій конструкції літака запропоновано встановлення додаткового органу керування

— інтерцептора, розміщеного на нижній поверхні крила. Це рішення дозволяє забезпечити стабільну поперечну керованість на великих кутах атаки, а також підвищує загальну маневреність літака в умовах, що потребують високої точності управління.

Сучасні аеродинамічні стандарти визначають, що система керування повинна забезпечувати автоматичне відхилення інтерцепторів лише за таких умов, коли поперечна керованість літака знижується до критично допустимого рівня. Для реалізації цього механізму використовується електродистанційна система керування (ЕДСК), яка включає низку ключових компонентів, кожен з яких виконує свою важливу роль у підтриманні стійкості та ефективності керування літаком на високих кутах атаки.

До складу ЕДСК входять:

- **Датчик положення ручки керування по крену**, – цей компонент реєструє положення ручки керування, формуючи пропорційний сигнал, який відповідає ступеню її відхилення. Цей сигнал надходить на обчислювальний блок для подальшої аналітичної обробки;

- **Обчислювач** – основний модуль системи, який на підставі даних про поточний кут атаки, висоту та швидкість польоту розраховує керуючі параметри для оптимального відхилення інтерцепторів. Він забезпечує адаптивне керування, коригуючи положення інтерцепторів у разі зниження поперечної керованості літака;

- **Механізм тримерного ефекту та демпфери** – ці компоненти стабілізують систему управління, знижуючи коливання ручки керування та інтерцепторів, що сприяє плавності та точності виконання маневрів навіть у критичних умовах польоту;

- **Рульові приводи** – механізми, що забезпечують точне відхилення інтерцепторів, необхідне для ефективного управління креном. Було проведено експериментальне дослідження, аеродинамічних характеристик у аеродинамічній трубці, та льотно-технічних характеристик літака з відхиленими інтерцепторами, де було підтверджено наявність керуючого моменту на критичних кутах атаки.

Таким чином, застосування бойового літака, оснащеного додатковим органом керування в шляховому каналі тобто керування креном, є важливим для підвищення маневреності та стійкості, в умовах реальних бойових дій. Врахування бойового досвіду дозволяє оптимізувати керування креном, покращити аеродинамічні характеристики на високих кутах атаки, що, у свою чергу, сприяє підвищенню ефективності виконання маневрів та зниженню

ризиків втрати керованості в екстремальних ситуаціях.

Список використаних джерел:

1. Синюк О. Г. Літальні характеристики та маневрування літаків. – Харків: ХВВАІУ, 1989. –150 с.
2. Кузнецов Ю. І. Динаміка польоту літаків. – Київ: Наукова думка, 1991. – 320 с.
3. Динаміка польоту літальних апаратів: навч. посібник / О. Г. Войтенко, І. Б. Ковтонюк, В. М. Костенко та ін. - Х.: ХУ ПС, 2005. - 173 с.
4. Гончаренко Д. В. Теорія польоту та бойового застосування літаків. – Київ: ВПЦ "Політ", 1998. – 280 с.

***Наточій Богдан Євгенійович** – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: bogdannatocij@gmail.com.*

***Разувалов Ярослав Сергійович** – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: razovalovyaroslav@gmail.com.*

***Гринчук Тарас Сергійович** – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: tarashrynychuk7@gmail.com*

***Natochii Bohdan E.** – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: bogdannatocij@gmail.com.*

***Razuvalov Yaroslav S.** – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: razovalovyaroslav@gmail.com.*

***Hrynychuk Taras S.** – listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: tarashrynychuk7@gmail.com.*

О. В. Цемма, К. О. Токарчук

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ ВИПРЯМНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

Анотація: в даній тезі запропоновано вдосконалення методу діагностування технічного стану авіаційних випрямних пристроїв для підвищення рівня безпеки польотів.

Ключові слова: випрямні пристрої, живлення, постійний струм, змінний струм, підвищення надійності.

Annotation: This article proposes to improve the method of diagnosing the technical condition of aviation rectifier devices to increase the level of flight safety.

Key words: rectifiers, power supply, direct current, alternating current, reliability improvement.

Джерела постійного струму мають значний вплив на безпеку польотів. Відмова яких в польоті може призвести до надзвичайних наслідків. Зараз при інтенсивному використанні авіації під час ведення бойових дій зростає наліт. Зростання нальоту зменшує ресурсні показники агрегатів та систем повітряних суден та їх технічний стан у тому числі і агрегатів системи живлення бортової мережі літаків та вертольотів. Основним елементом електричної бортової мережі на декілька типах повітряних суден і є випрямні пристрої.

Тому, на сьогодні, основною умовою подальшої безпечної експлуатації зазначених елементів систем повітряних суден, строки служби яких в декілька разів перевищують попередньо встановлені значення, є виявлення, постійний моніторинг і вдосконалення методів діагностування технічного стану з можливістю їх локалізації засобами контролю і діагностики та подальшого відновлення шляхом ремонту або заміни.

Випрямні пристрої (ВУ), є основними джерелами системи електропостачання постійного струму. Сучасні авіаційні випрямні пристрої складаються з трифазних понижувальних трансформаторів, блоку діодів, фільтрів для придушення радіоперешкод, корпусу із амортизаторами, штепсельних роз'ємів та клем. Вони забезпечують стабільну і надійну роботу в умовах високих навантажень.

Система електропостачання постійного струму призначена для живлення споживачів бортової мережі літака Су-27 електроенергією постійного струму напругою 28В і складається з двох роздільних каналів: "лівого" і "правого". "Лівий" канал забезпечується живленням від випрямного пристрою ВП №1, випрямні пристрої ВП №2 та №3 включені паралельно та постачають живленням "правий" канал. Кожен канал має основні та аварійні шини, з'єднані в нормальному режимі між собою.

Випрямні пристрої ВУ-6Б призначені для перетворення трифазного змінного струму напругою 200 В в постійний струм напругою 28,5 В.

Основними джерелами постійного струму служать два робочих і один резервний ВУ-6Б, які представляють собою електротехнічні пристрої, що складаються з:

- напівпровідникового випрямляча;
- вентилятора;
- понижувального трансформатора Тр. 200/28,5;
- фільтрів знижують рівень перешкод радіотрансляції і згладжують пульсацію вихідної напруги.

Основні технічні дані ВУ-6Б:

- напруга живлення змінного трифазного струму частотою 400 Гц (номінальне)	200/115В
- споживаний струм	не > 20 А
- номінальний струм навантаження	200 А
- номінальна напруга постійного струму	28,5 В
- діапазон зміни напруги постійного струму при зміні навантаження від 20 до 200 А та вхідного напруги змінного струму від 196 до 206В.	25,4-29,7 В

- | | |
|----------------|-------------|
| - режим роботи | тривалий |
| - маса | не > 9,4 кг |

Допустимі перевантаження: 300А протягом 2с і 400А протягом 5с. У комплекті з кожним ВП працюють ДМР-200ВУ і БЗА-ЗД, які: підключають випрямляч до мережі, якщо його напруга на 0,2-1,0 В більше напруги бортової мережі; відключають випрямляч, якщо його напруга знизиться до 9,5В, або зворотний струм досягає 15-50А; включають резервний випрямляч, якщо струм навантаження робочого випрямляча стане менше 10А; відключають ВУ при всіх видах короткого замикання в лініях живлення ВУ або при зникненні напруги 200В.

При нормальній роботі кожний випрямний пристрій живиться від свого генератора, але у випадках необхідності обидва ВУ можуть працювати від одного джерела:

1. Генератор ГТ-120ПЧ6А
2. Генератор ГТ-40ПЧ6
3. Аеродромне джерело змінного струму ШРАП-400-3ф

Коли підключається будь-яке з перелічених джерел змінного струму, обидва випрямні пристрої автоматично включаються в роботу. Це забезпечує безперервне постачання постійного струму до всіх споживачів. У разі відмови одного ВУ, шини обох каналів автоматично з'єднуються, що дозволяє жити всі споживачі постійного струму від працюючого ВУ. Якщо відмовляють обидва ВУ, під напругою залишаються тільки споживачі, підключені до акумуляторних шин.

На землі є можливість з'єднати всі шини акумуляторів та випрямних пристроїв обох каналів за допомогою вимикача «МЕРЕЖА НА акумулятор», що дозволяє використовувати живлення від акумуляторів для споживачів.

У пристрій надходить трифазна змінна напруга що, знижується трансформатором, напруга вторинних обмоток трансформатора випрямляється блоками діодів, які з'єднані в 12-тактну схему. Навантаження блоків діодів вирівнюються зрівняльним реактором, включеним на вихідні кола блоків діодів. Для придушення радіоперешкод, створюваних випрямляючим пристроєм, в ланцюгах змінного та постійного струму застосовані фільтри, що складаються з конденсаторів та дроселів.

Випрямний пристрій виконаний у вигляді циліндра з амортизаторами, що допомагають зменшити вібрації та механічні навантаження, які можуть виникати під час експлуатації, особливо в умовах авіації. Це сприяє підвищенню надійності та довговічності пристрою. В середині корпусу на литих поперечних щитах встановлені трифазний понижувальний трансформатор, дроселі та конденсатори фільтрів радіоперешкод, а також електродвигун змінного струму з вентилятором примусового охолодження. Між щитами закріплені блоки діодів із тепловідведеннями. До мережі змінного струму випрямляючий пристрій ВУ-6Б підключається за допомогою штепсельного роз'єму, до мережі постійного струму – за допомогою двох клем

Для стабілізації напруги випрямних пристроїв найбільш поширені засновані на:

1. використанні керованих вентилів.
2. зміні напруги живлення некерованих випрямлячів.

Для забезпечення високої ймовірності виявлення “критичних” елементів конструкції випрямних пристроїв (ВУ) необхідні такі технічні засоби, які здатні виявляти один і той же тип дефекту методами неруйнівного контролю, заснованими на різних фізичних принципах, і які мають специфічні характеристики у відповідності до особливостей конструкції деталей об'єкта контролю та різноманітності типів використаних матеріалів для їх виготовлення.

Традиційні методи та засоби діагностування технічного стану АТ на сьогодні не дозволяють в повній мірі реалізувати зазначені вимоги, що в свою чергу, обумовлює необхідність розробки нових наукових засад та інноваційних підходів до вирішення цього питання

Необхідно розглянути методичні підходи, які ґрунтуються на оцінюванні вихідних даних щодо встановлених строків служби, ресурсних показників, даних про навантаження та отриманих експлуатаційних та бойових пошкоджень. В якості основного отриманого результату при цьому представлено інформаційну автоматизовану систему моніторингу впливу “критичного” елемента на загальний технічний стан визначеного об'єкта АТ на основі прогнозування залишку та оцінки можливості збільшення його встановленого ресурсу і

прийняття управлінських рішень щодо подальшої експлуатації. Впровадження методичного підходу із використанням інноваційних технологічних рішень дозволить на практиці реалізувати стратегію експлуатації парку АТ Збройних Сил України, окремих агрегатів складових систем повітряних суден до граничних значень для забезпечення повного використання її ресурсного потенціалу, закладеного на стадіях розробки та виробництва.

Список використаних джерел:

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г.Ситник, В.М.Хімін, О.В.Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч.посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с
4. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
5. Системи електропостачання повітряних суден / О. Є. Зенович, В. А. Хлоп'ячий, В. М. Кривонос, О. В. Цемма. навч.посіб. – Х.: ХНУПС, 2021. - 216с.
6. Методичний підхід щодо визначення фактичного технічного стану об'єктів авіаційної техніки із використанням інноваційних технологічних рішень <https://www.bing.com/>

Цемма Олександр Володимирович – старший викладач кафедри авіаційного обладнання літаків та вертольотів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна
email: tsemma20@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6287-8404

Токарчук Каріна Олегівна – слухач 262М навчальної групи, Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна;
email: tokarchukk25@gmail.com

Tsemma Oleksandr Volodymyrovych, senior teacher at the Department of Aircraft and Helicopter Aviation Equipment, Faculty of Aviation Engineering, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, Ukraine email: tsemma20@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6287-8404

Tokarchuk Karina Olehivna is a student of the 262M study group, Kharkiv National Air Force University named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: tokarchukk25@gmail.com

Ю. В. Колошко, В. О. Груздова

ВПЛИВ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МАСКУВАННІ ТА ЗАХИСТ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ РОСІЇ В УКРАЇНУ

***Анотація:** у даній роботі розглянуто сучасні технології маскування та захисту військової техніки, що використовуються під час повномасштабного вторгнення росії в Україну. Зосереджено увагу на новітніх розробках у сфері стелс-технологій, пасивної та активної броні, які можуть підвищити ефективність захисту техніки та зменшити ризики її пошкодження. Описані сучасні композиційні матеріали, системи активного захисту та цифрові технології, які сприяють зниженню видимості техніки та забезпечують захист від високоточних засобів ушкодження. Дослідимо, як нові технології маскування та цифровізації бойових систем впливають на збереження людського життя і технічних ресурсів в умовах сучасного збройного конфлікту.*

***Ключові слова:** маскування військової техніки, стелс-технології, активний захист, пасивна броня, цифрові технології, композитні матеріали.*

***Annotation:** this work examines modern technologies of camouflage and protection of military equipment used during the full-scale invasion of Russia into Ukraine. Attention is focused on the latest developments in the field of stealth technologies, passive and active armor, which can increase the effectiveness of equipment protection and reduce the risks of its damage. Modern composite materials, active protection systems and digital technologies are described, which contribute to reducing the visibility of equipment and provide protection against high-precision means of damage. Let's investigate how new technologies of camouflage and digitization of combat systems affect the preservation of human life and technical resources in the conditions of a modern armed conflict.*

***Keywords:** camouflage of military equipment, stealth technologies, active protection, passive armor, digital technologies, composite materials.*

У сучасному військовому конфлікті, що розгорнувся під час повномасштабного вторгнення росії в Україну, розвиток технологій захисту маскування і військової техніки став ключовим фактором збереження людського життя та запобігання втраті дорогої бойової техніки. Новітні досягнення у сфері маскування, розробки стелс-технологій, активної та пасивної броні значно підвищили ефективність і надійність захисних заходів українських військових. Технології, які раніше використовувалися здебільшого теоретично або лише обмежено, сьогодні є стратегічно шкідливими елементами захисту, здатними змінити хід бойових дій.

Завдяки активному впровадженню технологій стелс (невидимість для радарів і видимого спостереження), українська військова техніка отримала переваги в складних умовах, коли вона широко застосовує розвідувальні безпілотні літальні апарати, супутникові знімки та інші високоточні засоби для цілей [1]. Наразі українська сторона використовує деякі види маскувальних матеріалів, які можуть приховати військову техніку від виявлення в інфрачервоній частині, що дозволяє знизити ризик ударів від високоточних ракет та авіації. Без спеціалізованих маскувальних сайтів, які поглинають теплове випромінювання і роблять техніку менш видимою для інфрачервоних сенсорів, використовують технології, що змінюють вигляд техніки, підвищуючись під ландшафт. Наприклад, адаптивна камуфляжна технологія дозволяє техніці «злитися» з навколишнім природним середовищем, змінюючи колір поверхні та створюючи ілюзію невидимості.

Найбільш широко використовуваною технологією захисту в Україні стала пасивна броня, яка виробляється з композитних матеріалів, здатних виробляти включення боєприпасів і відбивати снаряди [2]. Під час російської агресії відбулося активне впровадження броні з наноматеріалами, які підвищують стійкість техніки та зменшують її вагу, що дозволяє легше маневрувати в бойових умовах.

Таким чином, броня на основі керамічних композитів і графенових нанопокриттів показала високу ефективність при протистоянні броньбійним снарядам та вибухам мін. Висока міцність і легкість таких матеріалів дозволяє ефективно використовувати їх навіть на мобільній техніці, як-от бронетранспортери та легкі бронемашини, що значно знижує їхню стійкість до ворожих атак. Додатково, модульні броньові елементи дозволяють військовим замінювати пошкоджені частини броні без необхідності заміни в усій конструкції, що закінчує боєздатність техніки та скорочує час на відновлення в польових умовах [3].

Активний захист є ще одним числом елементів оборони військової техніки. Сучасні активні системи, як-от українські комплекси «Бар'єр» і «Варта», створені для захисту техніки від високоточних засобів уражень. Ці системи можуть засікти та знищити наближені снаряди, що дає можливість значно пошкодити ризик утворення. Вони використовують різні технології для визначення загрози – від радарів до сенсорів, які фіксують теплове випромінювання [3].

Сучасні системи активного захисту автоматично реагують на загрозу, випускаючи спеціальні протиракетні снаряди або випромінюючи потужні електромагнітні імпульси, здатні знищити наближення загрози. Під час війни в Україні такі технології активно використовувалися для захисту бронетехніки і стали шкідливим фактором виживання на полі бою, особливо в умовах, коли агресор використовує протитанкові комплекси та високоточні ракети.

Серед ключових аспектів використання нових технологій є цифровізація засобів маскування та захисту. В Україні активно працюють автоматизовані системи управління бойовими діями, які забезпечують швидке реагування на зміну бойової обстановки. Завдяки використанню штучного інтелекту і машинного навчання відбувається швидка адаптація до нових загроз, підвищуючи ефективність маскування та захисту [4]. Наприклад, цифрові камери і сенсори, встановлені на бронетехніці, можуть швидко визначати рівень загрози і автоматично активувати відповідні маскувальні або захисні засоби. Використання такої системи дозволяє не тільки зберегти життя військовослужбовців, але й значно збільшити витрати на ремонт та відновлення пошкодженої техніки, що є критичним результатом конфлікту такої інтенсивності.

Отже, впровадження новітніх технологій у маскування і захист військової техніки є важливою умовою для забезпечення безпеки українських військових під час бойових дій. Завдяки сучасним матеріалам, системам активного і пасивного захисту, а також інноваційним рішенням у сфері стелс-технологій і цифровізації Україна змогла підвищити ефективність своєї оборони. Це досягнення є не лише кроком у сфері національної безпеки, але й поза межами розвитку військових технологій, які можуть бути корисними для оборони у всьому світі.

Список використаних джерел

1. Антонов, О.В. Інноваційні технології у військовій сфері: застосування стелс-технологій у захисті військової техніки / О.В. В. Антонов, І. В. Петренко // Військово-технічний журнал. – 2022. – № 2. – С. 45–52.
2. Мазур, І. В. Пасивна броня і композиційні матеріали: новітні розробки для військової техніки / І. В. Мазур // Матеріали і технології. – 2022. – № 1. – С. 72-79.
3. Степаненко, О.М. Композитні матеріали для захисту техніки: огляди та обмеження / О.М. М. Степаненко, Л. І. Король // Військово-промисловий комплекс України. – 2022. – № 5. – С. 82–89.
4. Коваленко, О.Ю. Цифровізація та автономізація бойових систем в умовах сучасних збройних конфліктів / О.В. ю. Коваленко // Технології захисту. – 2023. – № 6. – С. 19-27.

Колошко Ювіта Вікторівна – викладачка кафедри охорони праці та екологічної безпеки, Національний університет цивільного захисту України, м Харків, yuvita.75@ukr.net

Груздова Валерія Олександрівна – членкиня-еколог, Всеукраїнська екологічна Ліга, м. Харків, mega_valeriyal401@ukr.net

Koloshko Yuvita Viktorivna – Lecturer of the Department of Labor Protection and Technogenic and Environmental Safety, National University of civil defence of Ukraine, city. Kharkiv, yuvita.75@ukr.net

Gruzdova Valeriya Alexandrovna – environmentalist member, All-Ukrainian Ecological League, city. Kharkiv, mega_valeriya1401@ukr.net

О. М. Баранік, А. А. Павліченко

ВЛИВ КОНСТРУКЦІЇ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ПІДРИВАЧІВ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕКУ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ З БПЛА 1 КЛАСУ

Анотація: розглядається проблематика застосування авіаційних засобів ураження малого калібру з безпілотних літальних апаратів 1 класу. Однією з найголовнішою характеристикою підривачів авіаційних боєприпасів є час дальнього зведення, який забезпечує безпеку наземної експлуатації авіаційних засобів ураження та ефективність бойового застосування.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, авіаційний підривач, час дальнього зведення, безпека експлуатації.

Abstract: The issue of the use of small-caliber air weapons from unmanned aerial vehicles of the 1st class is considered. One of the most important characteristics of aircraft munitions detonators is the time of long-range collapsing, which ensures the safety of the ground operation of aviation means of destruction and the effectiveness of combat use.

Key words: unmanned aerial vehicle, aircraft detonator, time of long-range setup, safety of operation.

Розв'язана росією повномаштабна війна з Україною підлягає на інший рівень застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА). В перші періоди повномаштабного вторгнення застосування БПЛА показала високу ефективність та і сьогодні вони також дуже ефективні.

Згідно з наказом Міністерства оборони України від 08 грудня 2016 року № 661 класифікація БПЛА, БПЛА 1 класу класифікуються [1]:

I клас «Легкі» (злітною масою до 150 кг), до якого належать:

- мікро (тактичні) БПЛА БПАК, що мають злітну масу менше 2 кг, радіус дії до 5 км;
- міні (тактичні поля бою) БПЛА БПАК, що мають злітну масу від 2 до 15 кг, радіус дії більше 5 км;
- малі (тактичні) БПЛА БПАК, що мають злітну масу більше 15 кг, радіус дії більше 25 км.

БПЛА I класу запускаються з руки, за допомогою катапульт, мобільних пускових пристроїв або використовують злітно-посадкові смуги.

До повномаштабного вторгнення такі БПЛА використовувалися насамперед, як розвідувальні. Сьогодні вони також використовуються для ураження живої сили противника та легкоброньованої техніки.

Найбільш розповсюдженими авіаційними засобами ураження, які використовуються з БПЛА 1 класу є:

- авіаційна бомба АО-1СЧ з підривачем АМ-А;
- авіаційна бомба ПТАБ-1М з п'єзоелектричним підривачем
- авіаційна бомба АО-2,5 РТ з підривачем И-352В;
- авіаційна бомба ШОАБ-0,5 (М) з підривачем АВ-281.

Основною проблемою в застосування таких боєприпасів з БПЛА є необхідність переобладнання підривачів. Це пов'язано з тим, що конструкція таких авіаційних бомб передбачає їх застосування на більш високих швидкостях та висотах.

Підривачами називаються пристрої, які призначені для приведення до дії спорядження боєприпасів у заданий момент часу. Приєднується вони до боєприпасів або на заводі, або в процесі підготовки до бойового застосування. У сучасних боєприпасах широко застосовуються системи підриву, які складаються із декількох взаємодіючих вузлів, які встроєні в конструкцію боєприпасу і називаються вибуховими пристроями. Вибухові пристрої установлюються в боєприпасах на заводах.

Узагальнена функціональна схема авіаційного підривача приведена на рисунку 1 [2].

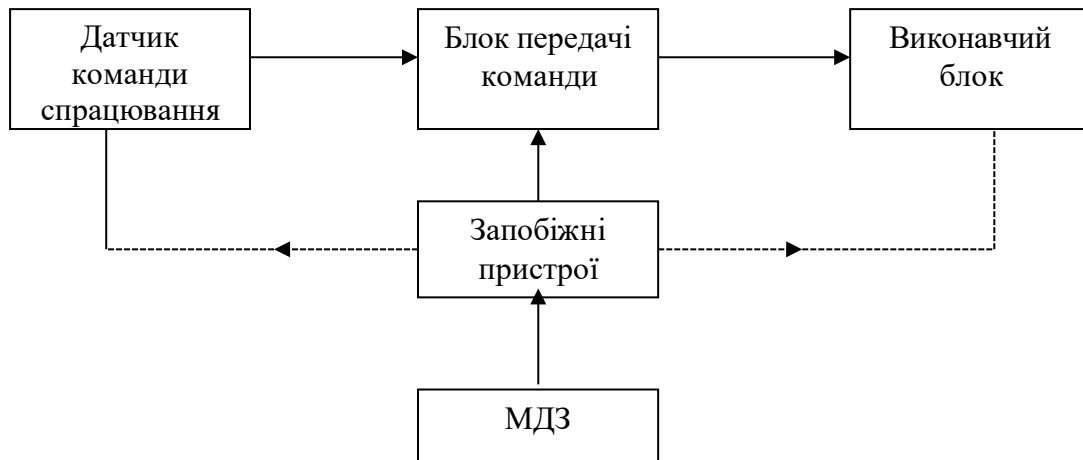


Рисунок 1. – Функціональна схема авіаційного підривача

Датчик команди спрацювання – пристрій, який формує команду для спрацювання підривача. В залежності від типу датчика, команда, яка створюється ним, може носити характер підривного імпульсу, променя вогню або електричного сигналу.

Блок передачі команди призначений для передачі команди спрацювання від датчика виконавчому блоку з певною затримкою.

Виконавчий блок служить для створення потужного вибухового або теплового імпульсів, які викликають дію спорядження боєприпасів.

Запобіжні пристрої забезпечують безпеку на всіх стадіях експлуатації підривачів і при бойовому застосуванні боєприпасів.

Механізм дальнього зведення (МДЗ) – пристрій, який виконує зведення підривача, тобто переводить підривач в бойове положення.

Саме наявність двох останніх неуможливорює застосування авіаційних бомб малого калібру.

Конструктивно вони звичайно являються складовими частинами датчиків і блоків, через які проходить команда для спрацювання. Вони не допускають спрацювання датчиків, а також проходження команди через послідовні блоки. Спрацювання підривачів стає можливим тільки після зняття всіх запобіжників. Процес зняття запобіжників називається зведенням підривача і починається з моменту пострілу (скидання бомби) і закінчується через певний час, який називається часом дальнього зведення. Величина часу дальнього зведення визначає відстань, на яку віддаляється снаряд, бомба від літака-носія до моменту зняття всіх запобіжників. Дальність зведення повинна бути такою, щоб вибух боєприпасів при випадковому спрацюванні підривача після зведення був би безпечним для літака-носія.

Час дальнього зведення є однією із найважливіших характеристик підривачів. Він, з однієї сторони, визначає безпеку бойового застосування боєприпасів, а з іншої обмежує умови їх бойового застосування. Так час дальнього зведення підривачів авіабомб обмежує мінімальну допустиму роботу бомбоскидання.

В більшості випадків екіпажі БпЛА або видаляють і запобіжний пристрій і механізм дальнього зведення, або замінюють підривач взагалі. Але це веде до небезпеки екіпажа при роботі з авіаційними бомбами на землі. Було випадки загибелі екіпажів та людей, які експлуатували такі боєприпаси.

Проблематика підривачів авіаційних бомб при їх застосуванні з БпЛА 1 класу є важливим аспектом для сучасного військового розвитку. Потрібно проводити подальші дослідження, щоб адаптувати технології підривачів до нових вимог при сучасних умовах використання, для забезпечення безпеки та ефективності використання БпЛА в умовах бойових дій.

Список використаних джерел:

1. Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України від 08.12.2016 № 661: наказ МО України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17#Text>.
2. Головка Б.Б,Головешко М.В . Авіаційні засоби ураження. Частина 1.- Харків ХУПС, 2009.

Баранік Олексій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри авіаційного озброєння інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна;
email: kozaktur@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1499-7943>.

Павліченко Аліна Андріївна – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: alinches.s.s.s.s.s.s.s@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7630-098X>.

Baranik Oleksii, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor., Head of the Department of Aviation Weapon Complexes of the Aviation Engineering Faculty Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA;*
email: kozaktur@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1499-7943>.

Pavlichenko Alina, *cadet of the Aviation Engineering Faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA;*
email: alinches.s.s.s.s.s.s.s@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7630-098X>.

А. С. Чесна, Д. В. Сніжко

НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ВЕРТОЛЬОТА Mi-24

Анотація: ця теза фокусується на ключових аспектах модернізації несучої системи вертольотів армійської авіації, підкреслюючи її значний вплив на бойову ефективність, безпеку та експлуатаційні витрати. Модернізація несучої системи є невід'ємною частиною підвищення їхньої бойової готовності, забезпечення безпеки екіпажу та оптимізації використання ресурсів.

Ключові слова: Армійська авіація, вертоліт Mi-24, несуча система, композитні матеріали, хвостова балка, модернізація, лопаті ротора, активне керування.

Abstract: This thesis focuses on the key aspects of the modernization of the rotorcraft system of army helicopters, emphasizing its significant impact on combat effectiveness, safety, and operating costs. The modernization of the rotorcraft's landing gear is an integral part of increasing their combat readiness, ensuring crew safety, and optimizing the use of resources.

Keywords: Army aviation, Mi-24 helicopter, bearing system, composite materials, tail beam, modernization, rotor blades, active control.

Армійська авіація є потужним інструментом ведення сучасних війн, надаючи безпрецедентні можливості для підтримки наземних військ та проведення власних наступальних операцій. Вона є самостійним родом військ і призначена для забезпечення успішних бойових дій з'єднань і частин сухопутних військ. Не поступаючись іншим родам військ у вогневій мощі, вона значно перевершує їх за маневреністю та універсальністю застосування. Згідно з сучасною доктриною повітряно-наземного бою сучасний вертоліт має бути автономною багатоцільовою машиною з підвищеними ударними можливостями, довготривалістю і дальністю польоту та бойовою живучістю. Він має бути спроможним наносити удари по наземних цілях і вести повітряний бій у будь-який час доби, у будь-якому географічному районі і в будь-яких метеоумовах. Зазначені світові тенденції Україна не спроможна відслідковувати. Сьогодні її вертолітний парк морально і фізично застарів. Для досягнення рівня аналогів найближчих сусідів їй необхідно модернізувати стару, добре перевірену радянську техніку, яка все ще може бути модернізована, і здійснити у найближчій перспективі ліцензійне виробництво нових систем.

Модернізація це необхідний процес, що дозволяє зберегти її бойові можливості на сучасному рівні.

Модернізація несучої системи вертольоту Mi-24 - це завдання, яке вимагає комплексного підходу та застосування сучасних технологій. Ось деякі напрямки покращення можливостей модернізації:

1. Лопаті ротора

Застосування композитних матеріалів: Заміна традиційних металевих лопатей на композитні, зроблені з вуглепластику або склопластику, це дозволить:

Зменшення ваги: Це підвищить вантажопідйомність вертольоту, зменшить споживання палива та покращить маневреність.

Збільшення ресурсу: Композитні матеріали стійкіші до корозії та втоми матеріалу, що дозволить продовжити термін служби лопатей.

Зменшення шуму: Композитні матеріали ефективніше поглинають вібрації, що робить вертоліт тихішим.

Активне керування: Впровадження систем активного керування лопатями дозволить:

Динамічно змінювати форму лопатей: Це дозволить оптимізувати аеродинамічні характеристики в різних режимах польоту, підвищити маневреність та стабільність.

Зменшення вібрації: Активне керування допомагає компенсувати вібрації, що підвищує комфорт польоту та знижує навантаження на конструкцію вертольоту.

Оптимізація профілю лопатей: Застосування нових профілів лопатей, розроблених за допомогою комп'ютерного моделювання, дозволить покращити аеродинамічну ефективність, зменшити шум та підвищити підйомну силу.

2 Хвостова балка:

Модернізація хвостової балки - це важливий етап підвищення ефективності та безпеки експлуатації вертольоту. Вона дозволить покращити аеродинамічні характеристики, підвищити міцність, зменшити вагу та оптимізувати роботу хвостового ротора. Модернізацію можна досягти такими шляхами:

Використання композитних матеріалів дозволить:

Зменшення ваги: Заміна металевої хвостової балки на композитну з вуглепластику або склопластику значно знижує вагу, що позитивно вплине на маневреність і вантажопідйомність вертольоту.

Покращення міцності: Композитні матеріали мають високу міцність на розтягання, згинання та кручення, що дозволить зробити хвостову балку більш стійкою до навантажень.

Збільшення ресурсу: Композитні матеріали стійкі до корозії та втоми матеріалу, що продовжує термін служби хвостової балки і зменшує витрати на обслуговування.

Оптимізація форми та конструкції дозволить:

Зменшення опору повітря: Застосування сучасних методів комп'ютерного моделювання дозволяє оптимізувати форму хвостової балки, зменшуючи її опір повітря, що підвищує ефективність польоту.

Покращення аеродинамічних характеристик: Модернізація форми хвостової балки може покращити її аеродинамічні характеристики, що підвищує стійкість та керованість вертольота.

Збільшення стійкості: Оптимізація конструкції може підвищити стійкість хвостової балки до навантажень, що покращує безпеку польоту.

Застосування нових матеріалів:

Легкі сплави: Застосування легких сплавів замість традиційних металів дозволяє знизити вагу хвостової балки без втрати міцності.

Спеціальні покриття: Застосування спеціальних покриттів, які зменшують опір повітря та підвищують стійкість до корозії, може покращити експлуатаційні характеристики хвостової балки.

Впровадження нових технологій:

Активне керування: Впровадження систем активного керування хвостовим ротором дозволяє автоматично регулювати його швидкість і напрямок обертання, що підвищує керованість вертольоту та його стійкість у повітрі.

Електронні системи управління: Заміна гідравлічних систем управління хвостовим ротором на електронні дозволяє підвищити точність та швидкість керування, а також зменшити вагу і витрати на обслуговування.

Модернізація несучої системи вертольоту Мі-24 є складним, але перспективним завданням, яке дозволить продовжити термін служби цього типу вертольотів та підвищити їхню ефективність, безпеку та конкурентоспроможність.

Модернізація несучої системи повинна бути частиною комплексної модернізації всього вертольоту, вона повинна бути сумісною з існуючою конструкцією вертольоту та не створювати непередбачувані ризики, а також повинна відповідати сучасним стандартам безпеки та екологічним вимогам.

Модернізація несучої системи вертольоту Мі-24 є складним, але перспективним завданням, яке дозволить продовжити термін служби цього типу вертольотів. Для вирішення цього завдання варіант модернізації несучої системи вертольоту Мі-24, який передбачає установку склопластикових лопатей гвинта, виготовлення лопатей з композиційних пластикових матеріалів виключає їх корозію від впливу атмосферного середовища, збільшує стійкість лонжеронів лопатей до механічних ушкоджень і забезпечує їх достатню міцність при польоті в умовах значних бойових ушкоджень. Установка такої несучої системи дозволить: збільшити тягу несучого гвинта; покращити маневрені показники вертольоту; підвищити його бойову живучість; покращити льотні характеристики вертольоту, особливо в умовах високогір'я та високих температур; спростити трудомістке технічне обслуговування, зменшити акустичну помітність вертольоту, знизити вагу його несучої системи.

Ключові слова: Армійська авіація, вертоліт Мі-24, модернізація несучої системи, композитні матеріали, хвостова балка, модернізація, лопаті ротора, активне керування.

Список використаних джерел:

1. Аналіз конструктивно-технологічних особливостей хвостових балок вертольотів транспортної категорії. –Х.:ХАІ, 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docplayer.ru/37393163-Analiz-konstruktivno-tehnologicheskikh-osobennostey-hvostovyh-balok-vertoletov-transportnoy-kategorii.html>
2. Стаття "Можливості ОПК України щодо модернізації бойових вертольотів ПС ЗСУ та налагодження їх ліцензійного виробництва". Аналітична записка [Електронний ресурс]- <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/mozhlivosti-opk-ukraini-schodo-modernizacii-boyovikh-vertolotiv-ps>
3. Krivtsov V.S., Karpov Y.S., Losev L.I.. Designing of helicopters. 2003. – 82с.

Чесна Анастасія Сергіївна – Бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, e-mail: 2016nastjachesna1990@gmail.com, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків.

Сніжко Дмитро Володимирович – викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: dimasnezhko68@gmail.com

Chesna Anastasiia – Bachelor of Aviation Transport, Masterstudentin, E-Mail: 2016nastjachesna1990@gmail.com, Charkiw National University of the Air Force, benannt nach ihr Ivan Kozheduba, Charkiw.

Snizhko Dmytro – Lecturer at the Department of Aviation Engineering, Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkiv.

Д. А. Лук'янов, І. Г. Ячна

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБОВУВАНЬ ЕКІПРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ НА ТОКСИЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ

Анотація: в даній тезі досліджено особливості проведення випробувань комплексів бойового екіпування на токсичність та екологічну безпеку, з метою підвищення якості екіпування для військовослужбовців.

Ключові слова: випробування, комплекси бойового екіпування, екологія.

Annotation: This thesis examines the peculiarities of conducting tests of combat equipment complexes for toxicity and environmental safety, with the aim of improving the quality of equipment for military personnel.

Key words: tests, complexes of combat equipment, ecology.

Випробування на токсичність та екологічну безпеку (випробування під час вибухів та пожеж, оцінка впливу на навколишнє середовище).

У разі виникнення пожежі або вибуху в бойових умовах матеріали екіпування можуть піддаватися екстремальним температурним навантаженням, що може призвести до виділення токсичних речовин. Важливо перевірити, чи не утворюються небезпечні випаровування або інші шкідливі речовини під впливом таких умов. Бойові дії часто відбуваються в умовах, де необхідно звести до мінімуму екологічний вплив. Тому важливо перевірити, чи не шкодять матеріали екіпування навколишньому середовищу у разі їх пошкодження або утилізації.

Випробування на токсичність та екологічність є важливою складовою випробувань бойового екіпування для перевірки його безпечності для здоров'я військовослужбовців та мінімального впливу на навколишнє середовище. У реальних бойових умовах екіпування може піддаватися впливу різних факторів, які можуть призводити до виділення токсичних речовин або завдавати шкоди екології. Тому випробування на токсичність і екологічність в умовах, наближених до бойових, дозволяє оцінити, як матеріали екіпування поведуться в ході тривалого використання, впливу високих температур, хімічних речовин або під час утилізації. Екіпування піддається впливу високих температур, що можуть виникнути в ході ведення бойових дій, наприклад, від вибухів або пожеж. Це дозволяє оцінити, чи виділяють матеріали небезпечні токсичні речовини при нагріванні (зокрема пластмаси, клеї або синтетичні матеріали). Оцінюється, чи виділяються небезпечні речовини (чадний газ, діоксини, фталати) під впливом високих температур. Важливо, щоб матеріали екіпування не були джерелом небезпечних випарів або отруйних речовин при високих навантаженнях у бойових умовах. Матеріали екіпування піддаються впливу відкритого вогню або симуляції вибуху. Це дозволяє оцінити їх поведінку в умовах пожежі або вибуху, які можуть виникати на полі бою, що визначає чи матеріали не виділяють токсичні гази при згорянні та чи зберігають свої захисні властивості після контакту з вогнем.

Випробування екіпування на токсичність (оцінка біологічної сумісності) виявляє наявність можливих алергенів або токсичних речовин, які можуть впливати на шкіру або дихальні шляхи військовослужбовців при тривалому носінні. Це особливо важливо для матеріалів, що знаходяться у безпосередньому контакті з тілом (підкладка бронезилета, внутрішня частина шолома), для визначення чи не викликає екіпування алергічних реакцій, подразнення шкіри, дерматитів або інших негативних наслідків для здоров'я при тривалому використанні в умовах підвищеного фізичного навантаження та потіння.

Випробування на стійкість до хімічних речовин (нафтові продукти, паливо, кислоти, луги) екіпування проводиться шляхом впливу різних хімічних речовин, які можуть використовуватися або зустрічатися в ході ведення бойових дій. Це дозволяє оцінити, чи не вступають матеріали

екіпірування в хімічні реакції з цими речовинами, що може призвести до виділення токсичних випарів або втрати захисних властивостей та оцінити, наскільки екіпірування стійке до впливу хімічних речовин і чи не виникають при цьому токсичні реакції або пошкодження матеріалів.

Крім того, матеріали екіпірування перевіряються на можливість безпечної утилізації після використання. В умовах бойових дій екіпірування може бути пошкоджене і потребувати заміни або утилізації. Випробування включають оцінку впливу на навколишнє середовище, при спалюванні або захороненні матеріалів оцінюється, чи не виділяються небезпечні речовини при утилізації екіпірування або під час природного розкладу на відкритій місцевості. Після випробувань проводиться аналіз впливу матеріалів екіпірування на навколишнє середовище при утилізації або тривалому перебуванні в природних умовах. Вимірюється кількість шкідливих речовин, які можуть потрапити в ґрунт, воду або повітря. Важливо оцінити, чи є екіпірування екологічно безпечним і чи не завдає шкоди навколишньому середовищу після його використання.

Проведення випробувань на токсичність та екологічність бойового екіпірування в умовах, наближених до бойових, дозволяє оцінити, наскільки матеріали екіпірування безпечні для військових і навколишнього середовища при використанні, пошкодженні або утилізації. Це забезпечує не лише безпеку військовослужбовців, але й мінімізує екологічний вплив в ході виробництва, експлуатації та утилізації військового обладнання.

***Лук'янов Дмитро Андрійович** – науковий співробітник науково-організаційного відділення, e-mail: d.lukianov@ukr.net Навчально науково-випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси ORCID <https://orcid.org/0009-0000-8580-5200>, Навчально науково- випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси*

***Ячна Ірина Григорівна** – начальник науково-організаційного відділення, e-mail: ptaszek@ukr.net Навчально науково-випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4187-7143>, Навчально науково- випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси.*

***Lukianov Dmytro** – Researcher of the Scientific and Organizational Group, e-mail: d.lukianov@ukr.net Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy ORCID <https://orcid.org/0009-0000-8580-5200>, Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy*

***Yachna Iryna** – Head of the Scientific and Organizational Group, e-mail: ptaszek@ukr.net, Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4187-7143>, Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy*

О. В. Павленко, О. А. Харьков, Д. В. Сніжко

ПРОБЛЕМИ ВІДПОВІДНОСТІ ВИМОГАМ СЬОГОДЕННЯ ПІДСИСТЕМИ РЕМОНТУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Анотація: під час бойових дій автомобільна техніка виходить з ладу у наслідок пошкоджень, інструкції з експлуатації і порушень вимог проведення ТО. Поява у ЗСУ сучасних автомобілів з АКПП є серйозним викликом до існуючої системи ТО і ремонту. Часті звернення військових частин до ПрАТ «АвтоКрАЗ» виявили проблему відновлення справного стану. Розглянуто можливий варіант розв'язання цієї проблеми превентивними організаційними засобами.

Annotation: during hostilities, automobile equipment fails as a result of damages, operating instructions and violations of maintenance requirements. The appearance in the Armed Forces of modern cars with automatic transmission is a serious challenge to the existing maintenance and repair system. Frequent appeals of military units to PrJSC "AvtoKrAZ" revealed the problem of restoration of serviceable condition. A possible solution to this problem by preventive organizational means is considered.

Ключові слова: сідельний тягач, автоматична коробка передач, технічне обслуговування, ремонт.

During hostilities, tactical trucks fail as a result of damage, operating instructions, and violations of maintenance requirements. The appearance in the Armed Forces of modern cars with automatic transmission is a serious challenge to the existing maintenance and repair system. Frequent appeals of military units to PrJSC "AvtoKrAZ" revealed the problem of restoration of serviceable condition. A possible solution to this problem by preventive organizational means is considered.

Keywords: semi-trailer truck, automatic transmission, maintenance, repairs.

Необхідний рівень боєздатності військових частин забезпечується за рахунок своєчасного забезпечення їх встановленою кількістю величезного переліку ресурсів матеріально технічного забезпечення. Вирішення цих завдань покладається на систему логістичного забезпечення ЗС України [1]. Загалом виконання логістичних операцій покладається на тактичні і логістичні автомобілі.

Під час ведення бойових дій пошкодження тактичних і логістичних автомобілів (як частина військової автомобільної техніки - ВАТ) є невідворотним. Зрозуміло, що чим активніше ведеться вогневий контакт тим більшою є потреба у забезпеченні руху ресурсів матеріально технічного забезпечення. Яке забезпечується саме тактичними автомобілями. Пошкодження з будь якої причини, які призводять до втрати працездатності негативно впливають на мобільність підрозділів та їх спроможність виконувати бойові завдання.

Окрім пошкоджень від засобів ураження значна частка відмов зразків ОВТ пов'язана з порушенням вимог їх експлуатації особовим складом, не додержанням правил зберігання (особливо при довгостроковому), несвоєчасним та неповним здійсненням всього переліку та обсягів регламентних робіт при ТО та ремонті [2].

Одним із найбільших постачальників вантажних автомобілів до ЗСУ є ПрАТ «АвтоКрАЗ», який багато років виробляє певну номенклатуру автомобілів за замовленням МО України. Сьогодні активи ПрАТ «АвтоКрАЗ» знаходяться під управлінням міністерства оборони України і, відповідно, «АвтоКрАЗ» зосередився на виконанні виключно замовлень МО України. За певний період часу до ЗСУ було поставлено нові зразки сідельних тягачів ваговозів КрАЗ-6510TE у межах тридцяти одиниць. Цей тягач обладнано двигуном Weichai WP12.460N і автоматичною КПП FC6A250PT. Оскільки вже багато років як АвтоКрАЗ оснащує автомобілі як цивільного так і військового призначення двигунами виробництва Weichai Power, які ще під час експлуатації у цивільному секторі проявили себе достатньо надійними, то з урахуванням порівняного не великого річного пробігу таких автомобілів у ЗСУ питання їх ремонту не виникало. ТО цих двигунів виконується за типовими схемами за відповідною інструкцією. За весь період експлуатації звернень на завод з приводу потреби ремонту цих двигунів не було. При цьому зараз не обговорюємо рівень підготовки особового

складу та технічне оснащення ремонтних підрозділів щодо обслуговування та ремонту двигунів Weichai Power. Щодо автоматичної коробки передач ситуація зовсім інша. Історично склалося так, що коробки передач на військових автомобілях є виключно механічними. Очевидно, що ремонтні підрозділи в принципі не можуть виконувати ремонт автоматичних коробок будь якого виробника. Підрозділи, які виконують ТО цілком спроможні виконати прості операції з ТО такої АКПП за інструкцією виробника, яка є у комплекті документів на автомобіль до здачі в експлуатацію замовнику – замінити оливу, замінити фільтри, перевірити наявність підтікань. Враховуючи відсутність бодай достатнього рівня навчання, досвіду і, дуже імовірно, спеціального інструменту імовірність втрати працездатності АКПП є дуже високою. Відповідно на автозавод періодично звертаються з приводу втрати працездатності саме АКПП як у гарантійний так і поза гарантійний термін експлуатації автомобіля.

Для якісного і швидкого ремонту необхідно виконати низку умов і при цьому враховувати вартість робіт. Ремонт подібних агрегатів рахується у тисячах доларів. Якщо АКПП легкових автомобілів в Україні ремонтують порівняно давно, то ремонт АКПП вантажних автомобілів можуть виконати у поодиноких підприємствах видобувної промисловості на договірній основі і за досить обмеженого переліку робіт. Існує імовірність, виявлення після розбирання неможливості на даному підприємстві усунути несправність і значна сума буде витрачена отримання тільки діагнозу про неможливість подальшого ремонту. Для АвтоКрАЗ двигун і КПП є покупними виробами, тому гарантійні зобов'язання формально несе виробник, який знаходиться в Китаї. Процес гарантійного обслуговування і ремонту виробником займе надто багато часу: перемовини, оформлення договорів, демонтаж, транспортування за кордон, ремонт і повернення. Ці процедури можуть тривати понад півроку. При цьому реалізувати гарантійний ремонт не вдасться, оскільки на ті автомобілі, які привезли на КрАЗ не було оформлено будь яких документів щодо розслідування випадків виведення з ладу, що само по собі є порушенням правил п. 3.7.1 [3]. При цьому треба врахувати, що порушення інструкції з експлуатації і ТО автоматично знімає гарантійні зобов'язання. Найпростішим варіантом виходу з такої ситуації вважається організацію навчання з ТО АКПП безпосередньо на заводі перед здачею автомобілів в обов'язковому порядку. Або заздалегідь оформлені договори з підприємством, яке надає автосервісні послуги чи експлуатує вантажні автомобілі з подібними АКПП, на ТО АКПП. Не зважаючи на те, що це не єдиний можливий варіант виходу з ситуації, що склалася, цей варіант може виявитися таким, що має мінімальні витрати фінансів. У випадку масового переходу на АКПП, у подальшому, виробник може організувати фірмовий пункт ТО для таких автомобілів виключивши участь працівників військових частин у цьому процесі. Такий підхід матиме позитивний ефект і в цивільному секторі, хоча цивільні експлуатанти завжди мають вибір поставника послуг з ТО і ремонту. Таке рішення гарантує надійну роботу автомобілів КрАЗ з АКПП протягом гарантійного періоду, і протягом тривалого часу після гарантійного терміну. Це є можливим за умови неуклінного дотримання періодичності відповідно до інструкції з експлуатації та ТО для АКПП. Що, як показала практика, складно гарантувати у даних мовах не зважаючи на вимоги Інструкції про порядок використання автомобільної техніки у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України [4].

Список використаних джерел:

1. Леках А. А., Старцев В. В., Гурін О. М., Мусієнко О. П., Рибалка Г. В. Пропозиції щодо проведення оперативно-логістичних розрахунків інфраструктурного забезпечення військ під час ведення бойових дій. *Системи озброєння і військова техніка.* 2022. № 2 (70). С. 70-76. <https://doi.org/10.30748/soivt.2022.70.09>
2. Мошаренков В.В. Підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування зразків озброєння та військової техніки / В.В. Мошаренков, С.С. Войтенко, Т.В. Мошаренкова // Збірник матеріалів наукової конференції “Новітні технології для захисту повітряного простору”. – Харків, 10-11 квітня 2019 р. – 557 с.
3. БП-4-32(11).01. Бойовий статут “Логістика Сухопутних військ Збройних Сил України”. Затверджено наказом Командувача Сухопутних військ Збройних Сил України від 13.03.2021 №218.

4. Наказ МОУ від 01.01.2013 № 70 про внесення змін до Інструкції про порядок використання автомобільної техніки. URL: https://www.mil.gov.ua/content/gsc_orders/70_nm.doc

Павленко Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і тракторів, e-mail: alexander6170101@gmail.com Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук ORCID 0000-0001-8277-340X. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук, 39600.

Kharkov Oleksandr Andriyovych – старший викладач кафедри автомобілів і тракторів, e-mail: alexkharkov37@gmail.com Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук ORCID 0000-0003-2561-4837. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук, 39600.

Сніжко Денис Вадимович – студент Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, м. Кременчук e-mail: snizhko.deniska@gmail.com м. Кременчук. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, м. Кременчук, 39600.

Pavlenko Oleksandr Volodymyrovych – PhD (Tech.), Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskiy National University, Kremenchuk. e-mail: alexander6170101@gmail.com Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskiy National University, 20, University Street, Kremenchuk, 39600

Pavlenko Oleksandr Volodymyrovych – Senior Lecturer of Automobiles and Tractors Department, Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskiy National University, Kremenchuk. e-mail: alexkharkov37@gmail.com Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskiy National University, 20, University Street, Kremenchuk, 39600

Snizhko Denys Vadymovych – student of Mykhailo Ostrogradsky National University of Kremenchuk, Kremenchuk Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskiy National University, 20, University Street, Kremenchuk, 39600.

В. І. Лавренко, А. М. Матвієнко

ЗАХИСТ ВЕРТОЛЬОТУ МІ-8 ПРИ ЗІТКНЕННІ З ПЕРЕШКОДАМИ ТИПУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Анотація: польоти на низьких висотах несуть ризик зіткнення з лініями електропередач, що становить загрозу для екіпажу та техніки. Метою дослідження є розробка вдосконаленої системи захисту для Мі-8, яка забезпечить безпеку під час зіткнень. Робота зосереджена на аналізі існуючих систем, розробці нових технологій виявлення перешкод, алгоритмів уникнення зіткнень та тестуванні ефективності системи. Результатом стане підвищення безпеки польотів та збереження авіатехніки в бойових умовах.

Ключові слова: захист повітряного простору, безпека польотів, лінії електропередач, система захисту, виявлення перешкод.

Abstract: Flying at low altitudes carries the risk of collision with power lines, which poses a threat to crew and equipment. The aim of the study is to develop an improved protection system for the Mi-8 that will ensure safety during collisions. The work focuses on analyzing existing systems, developing new obstacle detection technologies, collision avoidance algorithms, and testing system performance. The result will be an increase in flight safety and the safety of aircraft in combat conditions.

Key words: airspace protection, flight safety, power lines, protection system, obstacle detection.

Повітряні Сили Збройних Сил України відіграють вирішальну роль у захисті суверенітету й територіальної цілісності держави в умовах тривалого військового конфлікту з російською агресією. Їхня діяльність зосереджена на виявленні, протидії та відстороненні ворожих загроз, а також захист повітряного простору України. У рамках цих завдань українська авіація активно залучається до оборонних операцій, що підвищує значення ефективності та сучасності військової техніки. Успіх багатьох завдань залежить від можливостей та надійності літальних апаратів, що робить модернізацію Повітряних Сил ЗСУ однією з пріоритетних задач. [1].

В умовах активного застосування авіації в різних видах бойових завдань вертольоти Мі-8 стали одним із ключових елементів авіаційного парку України. Вони виконують широкий спектр завдань, включаючи транспортування військових, медичну евакуацію, забезпечення логістики, а також вогневу підтримку на полі бою. Однак використання вертольотів на низьких висотах, особливо у складних умовах рельєфу та інфраструктури, наражає їх на ризик зіткнення з лініями електропередач, що є небезпечним не лише для техніки, але й для життя екіпажу та пасажирів. [рис. 1]

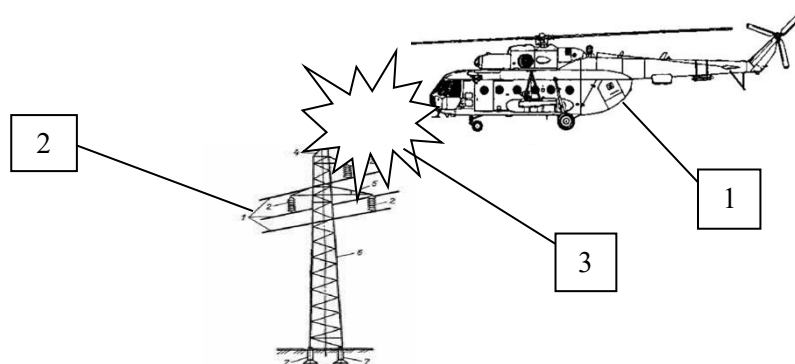


Рис.1 Зіткнення вертоліта Мі-8 з лініями електропередач.
1 - вертоліт; 2 – лінії електропередач; 3 - зіткнення

Зіткнення з такими перешкодами може призвести до серйозних пошкоджень вертольота, втрати контролю над польотом і навіть катастрофічних наслідків. Тому вирішення питання підвищення безпеки під час польотів на низьких висотах є вкрай актуальним і потребує розробки нових підходів і технологій.

Основною метою цієї роботи є розробка оптимізованої системи захисту для Мі-8, яка дозволить забезпечити безпеку під час зіткнення з перешкодами на зразок ліній електропередач. Запропонована система буде включати в себе комплекс новітніх технологій, що дозволить вчасно виявляти та уникати небезпеку. Передбачається також модернізація існуючих систем захисту, що дозволить підвищити їхню ефективність і надійність.

Для досягнення поставленої мети пропонується зосередитися на кількох ключових напрямках:

1. Аналіз існуючих систем захисту:

- дослідження існуючих рішень у сфері систем захисту від зіткнення, які використовуються в авіації;
- аналіз їхніх переваг, недоліків та обмежень;
- визначення аспектів, які потребують удосконалення та модернізації.

2. Розробка нових технологій та методів для виявлення перешкод:

- вивчення сучасних технологій виявлення перешкод, зокрема використання радарів, лазерних сенсорів, інфрачервоних датчиків та інших засобів;
- оцінка можливостей кожної технології для роботи в різних умовах, таких як обмежена видимість, складний рельєф тощо;
- розробка комплексної системи виявлення, що об'єднує кілька методів для більшої надійності.

3. Розробка алгоритмів для уникнення зіткнень:

- розробка алгоритмів для обробки даних від сенсорів у реальному часі;
- впровадження методів штучного інтелекту та машинного навчання для ефективності класифікації перешкод та прийняття рішень щодо уникнення зіткнень;
- тестування та оптимізація алгоритмів для забезпечення їхньої швидкодії та надійності.

4. Тестування та перевірка ефективності системи захисту:

- проведення лабораторних випробувань нової системи на макетах та моделювання ситуації можливих зіткнень;
- тестування розробленої системи у реальних умовах, зокрема під час випробувальних польотів, для оцінки її роботи в різних умовах та на різних висотах;
- аналіз отриманих результатів та внесення коректив для підвищення ефективності системи.

На основі проведеного дослідження та розробок створення високоефективної системи захисту для вертольота Мі-8, яка мінімізує ризики зіткнення з перешкодами на зразок ліній електропередач. Впровадження цієї системи дозволить не лише підвищити безпеку польотів на низьких висотах, але й збільшити ефективність виконання бойових та допоміжних завдань. Це підвищить захист екіпажу та пасажирів, а також сприятиме збереженню авіаційної техніки, що є особливо важливим у нинішніх умовах, коли кожна одиниця техніки є надзвичайно важливою.

В якості інформації про стан системи і агрегатів засобу підвіски використовуються аналогові сигнали, які перетворюються в цифрові коди.

Таким чином, розробка новітньої системи захисту для вертольотів є важливим кроком на шляху модернізації Повітряних Сил Збройних Сил України. Запропонована система захисту для Мі-8 забезпечить підвищений рівень безпеки польотів у зонах високого ризику та дозволить екіпажу ефективніше виконувати завдання. Впровадження таких технологій є критичним аспектом у зміцненні обороноздатності країни та розвитку її військових можливостей, що стане важливим внеском у забезпечення національної безпеки та стабільності.

Список використаних джерел:

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984.
2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А.Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
4. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
5. Тищенко М.Н. Вертольоти / М.Н. Тищенко. – М.: Машинобудування, 1982.
6. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузов / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.

Лавренко Валерій Іванович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Матвієнко Антоніна Михайлівна – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: antoniabaranyk@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0029-857X>.

Lavrenko Valerii Ivanovych – senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Matviienko Antonina Mykhailivna – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: antoniabaranyk@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0029-857X>.

A. F. Volkov, R. V. Yaroshchuk

ADAPTABILITY OF THE AIR TARGET IDENTIFICATION ALGORITHM UNDER UNCERTAINTY

Анотація: в умовах ведення скоротечних бойових дій в повітрі одним з важливих питань є своєчасна ідентифікація повітряних цілей [1]. В ході вирішення зазначеного питання було розроблено алгоритм ідентифікації типу повітряних цілей, що дозволить прийняти своєчасне рішення для визначення ефективного виду озброєння, яке буде застосовуватись по цілі, що виявлена. Для забезпечення стійкості і надійності функціонування розробленого алгоритму виникає необхідність його адаптації в умовах невизначеності та зашумлених даних. Для успішної роботи в таких умовах необхідно, щоб алгоритм міг динамічно підлаштовуватися до змін повітряної обстановки, у тому числі таких як застосування противником радіоелектронних завад, маневрування цілей та неточність вимірювання параметрів цілей. Традиційні підходи часто виявляються недостатньо ефективними через свою обмежену гнучкість і невисоку стійкість до шуму.

Запропонований підхід використовує поєднання фільтра Калмана та нечіткої логіки, що дозволяє забезпечити адаптивність алгоритму в динамічних умовах. Фільтр Калмана ефективно знижує вплив шуму на вимірювання, дозволяючи отримати більш точні дані про параметри цілі, а нечітка логіка забезпечує гнучкість і можливість приймати рішення в умовах неповної або нечіткої інформації. Такий комбінований підхід дозволяє алгоритму працювати ефективно навіть у складних і нестабільних умовах, підвищуючи точність ідентифікації повітряних цілей.

Ключові слова: адаптивність, алгоритм, ідентифікація, шум.

Abstract: In the conditions of short-range air combat operations, one of the important issues is the timely identification of air targets [1]. In the course of solving this issue, an algorithm for identifying the type of air targets was developed, which will allow making a timely decision to determine the effective type of weapon to be used against the detected target. To ensure the stability and reliability of the developed algorithm, it is necessary to adapt it under conditions of uncertainty and noisy data. To operate successfully in such conditions, the algorithm must be able to dynamically adjust to changes in the air situation, including the use of electronic interference by the enemy, target maneuvering, and inaccurate measurement of target parameters. Traditional approaches are often ineffective due to their limited flexibility and low noise immunity.

The proposed approach uses a combination of the Kalman filter and fuzzy logic to ensure the adaptability of the algorithm in dynamic conditions. The Kalman filter effectively reduces the influence of noise on measurements, allowing for more accurate data on target parameters, and fuzzy logic provides flexibility and the ability to make decisions in conditions of incomplete or fuzzy information. This combined approach allows the algorithm to work efficiently even in complex and unstable conditions, increasing the accuracy of airborne target identification.

Keywords: adaptability, algorithm, identification, noise.

In order to ensure adaptability to changing environmental conditions, an algorithm for identifying the type of air targets based on a combination of the Kalman filter and fuzzy logic has been developed. The main input parameters for identifying the type of air targets are: effective scattering area, speed, flight altitude, and target maneuverability. The MATLAB environment was used for modeling, in particular, the `unscentedKalmanFilter` function to reduce the impact of noise and the Fuzzy Logic Toolbox library for fuzzy inference.

In the modeling, the type of target was determined based on the linguistic variables selected for each input parameter. For example, for speed, fuzzy sets with such linguistic categories as “low”, “medium”, and “high” were used. For maneuverability, categories such as “stable rate and/or altitude”, “moderate change in rate and/or altitude”, “sharp change in rate and/or altitude” were defined. Fuzzy logic allows you to classify targets even if the parameters are at borderline values or are changing in real time. The algorithm decides on the type of target based on fuzzy logic rules of the “IF - THEN” type. For example:

if the speed is high and the course and/or altitude is stable, it is a missile;

if the speed is medium and the course and/or altitude changes abruptly, it is an airplane.

After processing the input parameters, the algorithm performed defuzzification, converting

fuzzy values into a clear result - the type of air target.

The simulation was conducted in conditions close to the real air environment, including high noise levels and the use of electronic interference. In particular, several scenarios were tested in the simulation:

low noise level - up to 10 dB; medium noise level - up to 20 dB;

high noise level - up to 30 dB, which corresponds to active electronic jamming.

The use of a Kalman filter significantly reduced errors in measuring the speed and height of the target, and fuzzy logic ensured the algorithm's resistance to rapid changes in the target's trajectory and parameters [2]. For example, at a noise level of up to 10 dB, the classification accuracy was 85%, and when the noise level increased to 30 dB, the accuracy dropped to only 75%. These results demonstrate the algorithm's high resistance to external interference and measurement inaccuracies.

In addition, the results were compared with known target characteristics, which confirmed the algorithm's ability to accurately identify types of objects such as missiles, unmanned aerial vehicles, and airplanes. The system's response time allows the algorithm to be used in real time for effective target identification.

The proposed air target type identification algorithm, which combines a Kalman filter and fuzzy logic, has demonstrated high adaptability and noise resistance in the face of electronic interference and complex air conditions [3-4]. Simulations have shown that the algorithm maintains high target identification accuracy even at high noise levels, which is critical for modern air defense systems where decisions need to be made in real time.

The combination of a Kalman filter for data processing and fuzzy logic for decision-making under uncertainty allows the algorithm to effectively adapt to changing conditions while maintaining high classification accuracy and response speed. This makes it a reliable tool for solving identification problems in modern combat.

LIST OF REFERENCES

1. Yaroshchuk, R. (2024). Development of a model for determining the priority of air targets based on fuzzy logic. *International Competition of Student Scientific Works Black Sea Science 2024, Proceedings*, 422–433. Available: https://drive.google.com/file/d/17Rj12sjs02vdB0vh4jehhFP59TL_xAH4/view.
2. Kumar, M., & Mondal, S. (2023). A fuzzy-based adaptive unscented Kalman filter for state estimation of three-dimensional target tracking. *International Journal of Control, Automation, and Systems*. <https://doi.org/10.1007/s12555-022-0441-9>.
3. Asl, R. M., Palm, R., Wu, H., & Handroos, H. (2020). Fuzzy-based parameter optimization of adaptive unscented Kalman filter: Methodology and experimental validation. *IEEE Access*, 8, 54887–54904. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2979987>.
4. Bonyan Khamseh, H., Ghorbani, S., & Janabi-Sharifi, F. (2019). Unscented Kalman filter state estimation for manipulating unmanned aerial vehicles. *Aerospace Science and Technology*, 92, 446–463. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2019.06.009>.

Волков Андрій Федорович – начальник кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vaf75takt@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1566-9893>.

Ярошук Роман Віталійович – курсант, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 044royk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-4960-5476>

Volkov Andrii Fedorovich – head of department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: vaf75takt@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1566-9893>.

Yaroshchuk Roman Vitaliovich – cadet, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: f044royk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-4960-5476>.

В. І. Лавренко, А. М. Савченко

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ПОЛЬОТУ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ТИПУ АН-178

Анотація: у статті розглядаються шляхи підвищення дальності та тривалості польоту військово-транспортного літака типу АН-178. В умовах сучасних військових конфліктів та потреби у швидкому і ефективному перевезенні вантажів, оптимізація технічних характеристик літака є надзвичайно актуальною.

Ключові слова: АН-178, військово-транспортний літак, дальність польоту, тривалість польоту, аеродинаміка, модернізація двигунів, паливна ефективність, системи управління, альтернативні пального, конструкційні зміни, оптимізація, вантажопідйомність, авіаційні технології, військова логістика, ефективність польоту.

Abstract: The article examines ways to increase the range and duration of flight of the military transport aircraft AN-178. In the context of modern military conflicts and the need for rapid and efficient cargo transportation, optimizing the aircraft's technical characteristics is extremely relevant.

Key words: AN-178, military transport aircraft, flight range, flight duration, aerodynamics, engine modernization, fuel efficiency, control systems, alternative fuels, structural changes, optimization, payload capacity, aviation technologies, military logistics, flight performance.

Військово-транспортний літак АН-178 призначений для своєчасного забезпечення життєдіяльності і боєготовності військових підрозділів, виконання місій і завдань, необхідних для проведення мирних і військових операцій на регіональному, міжрегіональному і стратегічному рівнях. Тому він повинен характеризуватися великою дальністю польоту з максимальним корисним навантаженням, забезпечувати можливість десантування на малих висотах, здійснювати зліт і посадку на непідготовлені ґрунтові смуги обмежених розмірів. До силової установки літака АН-178 крім двох двигунів входить Д-436-ФМ допоміжна силова установка та системи, які забезпечують роботу двигуна. Двигун Д-436-ФМ відповідає як чинним, так і перспективним вимогам норм ІКАО до авіаційних двигунів щодо шумів і викидів шкідливих речовин.

Показано, що для рішення цього завдання необхідно: провести аналіз льотно-технічних характеристик військово-транспортного літака АН-178, обґрунтувати можливості реалізації заданих вимог до модернізованого літака, провести проектувальні розрахунки для визначення основної характеристики військово-транспортного літака – діаграми «Дальність - вантаж».

В результаті проведених досліджень доведена можливість встановлення системи повороту лопаток вентилятора на двигуни силової установки військово-транспортного літака АН-178. Для обґрунтування тактико-технічних вимог до літального апарату цього типу проведено аналіз його бойових задач та технічних можливостей, проаналізовані основні конструктивні і аеродинамічні характеристики літака АН-178. Доведено, що система повороту лопаток вентилятора може використовуватись у даному типі двигуна, ця система задовольняє вимогам нейтралізації тяги.

Побудована розрахунковим шляхом основна характеристика військово-транспортного літака АН-178 дозволила зробити висновок про суттєву перевагу модернізованого літака АН-178 з двигуном Д-436-148ФМ з системою повороту лопаток вентилятора в порівнянні з базовим двигуном, так максимальна дальність польоту при однаковій стартовій масі зросла на 7 % та склала 5250 км.

Список використаних джерел:

1. Скоренький П.Е. Досвід та особливості інженерно-авіаційного забезпечення застосування авіації Повітряних Сил Збройних Сил України при активній фазі російсько-української війни: довід. / О.В. Давидов, Б.М. Іващук, І.Б. Ковтонюк, О.А. Круць, О.А. Хіжнюк, А.В. Воронін; М-во оборони України, ХНУПС ім. І. Кожедуба. – Харків, 2023.

2. Нові, модернізовані та перспективні зразки авіаційної техніки та озброєння, що застосовуються Збройними Силами України в ході російсько-української війни

3. Масагін В.І. Конструкція та міцність авіаційних двигунів: [навчально-методичний посібник] / В.І. Масагін, В.В. Самулєєв, Н.М. Отрешко. – Харків: ХУ ПС, 2014.

Лавренко Валерій Іванович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: lavrenko@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Савченко Артем Миколайович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І.Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім.І.Кожедуба, Харків Україна; gmail: savchenko.artem39@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9703-186X>.

Lavrenko Valeriy Ivanovych – Senior Lecturer at the Department of Engineering Aviation of the Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub; email: lavrenko@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Savchenko Artem Mykolayovych – Student of the Engineering Aviation Faculty at the Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub; gmail: savchenko.artem39@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9703-186X>.

О. М. Олійник, В. В. Сідловський

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ВІДСТАНІ ПЕРЕБАЗУВАННЯ БРИГАДИ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ

Анотація: у сучасних умовах тактична авіація відіграє важливу роль у забезпеченні національної безпеки та оперативної готовності військ. Одним із ключових завдань для підвищення ефективності тактичної авіації є збільшення відстані перебазування авіаційних бригад, що дає змогу розширити радіус дії, скоротити час реагування на загрози та забезпечити гнучкість у виконанні бойових завдань.

Ключові слова: тактична авіація, перебазування, відстань, авіаційні бригади, логістика, дозаправка, технічне обслуговування, повітряні заправники, мобільність, міжнародна співпраця, стратегічне планування, національна безпека.

Abstract: In modern conditions, tactical aviation plays an important role in ensuring national security and operational readiness of troops. One of the key tasks for improving the effectiveness of tactical aviation is to increase the relocation distance of aviation brigades, which makes it possible to expand the range of action, reduce the response time to threats and provide flexibility in performing combat missions.

Key words: tactical aviation, relocation, distance, aviation brigades, logistics, refueling, maintenance, air tankers, mobility, international cooperation, strategic planning, national security.

Тактична авіація відіграє важливу роль у сучасних військових операціях, забезпечуючи швидку та ефективну підтримку наземних сил, виконуючи розвідувальні місії, завдаючи очкових ударів по критично важливих об'єктах та транспортних вузлах ворога. Вона має здатність швидко змінювати позиції, завдяки чому стає надзвичайно мобільною та маневреною силою, що дозволяє знищувати цілі на полі бою, проводити повітряне патрулювання, обмежуючи мобільність противника, та створювати перевагу у швидкості реагування на бойову обстановку. Маневреність, вогнева потужність та здатність до швидкого перебазування роблять тактичну авіацію незамінним інструментом для підтримки операції наземних військ. [1].

Для досягнення більш високої ефективності тактичної авіації необхідно зосередитися на кількох ключових напрямках, спрямованих на розв'язання технічних, логістичних та організаційних обмежень, а також на покращення взаємодії з іншими родами військ.

1. Поточний стан та обмеження. Для забезпечення ефективного функціонування тактичної авіації необхідно оцінити поточний стан і наявні обмеження. До основних аспектів, які потребують уваги, належать:

- Технічні та інфраструктурні обмеження. Аналіз існуючих обмежень, які впливають на можливості перебазування авіації на значні відстані, зокрема стан аеродромів, доступність злітно-посадкових смуг та наявність ремонтних баз у різних регіонах;
- Паливні ресурси, технічне обслуговування та боезапас. Важливо враховувати потреб у великій кількості пального та боєприпасів для довготривалих місій. Ресурс забезпечення стає ключовим фактором, від якого залежить тривалість перебування літальних апаратів у повітрі та частота проведення місій ;
- Підготовка екіпажів та технічного персоналу. Підвищення рівня підготовки особового складу є критичним, оскільки ефективність виконання завдань залежить від вміння екіпажів працювати в умовах обмеженого часу і під тиском. Високий рівень кваліфікації технічного персоналу також необхідний для забезпечення оперативного технічного обслуговування та ремонту літаків .

2. Технічні можливості для збільшення відстані перебазування. Щоб забезпечити більшу дальність перебазування тактичної авіації, важливо інвестувати у технічні покращення літальних апаратів:

- Збільшення запасу палива та економічність двигунів. Покращення конструкцій баків та модернізація двигунів з метою зменшення споживання пального дозволять літальним апаратам долати більші відстані без необхідності частих дозаправок;

- Розвиток систем дозаправки в повітрі. Впровадження повітряних заправокників забезпечує дозаправку літаків під час виконання місії, що дозволяє суттєво збільшити радіус дії та тривалість перебування в повітрі. ;
- Використання безпілотних літальних апаратів. Дрони можуть виконувати як функції розвідки, та і забезпечення підтримки, супроводжуючи бойові літаки і розширюючи можливості тактичної авіації..

3. Логістичні та організаційні заходи. Для забезпечення більшої оперативності тактичної авіації необхідно реалізувати ефективні логістичні заходи:

- Оптимізація маршрутів польоту та планування резервних аеродромів. Ретельне планування маршрутів з урахуванням можливих ризиків і підготовка альтернативних без для приземлення та обслуговування літаків;
- Передові бази для дозаправки та технічного обслуговування. Організація передових баз з необхідним устаткуванням для швидкого дозаправлення та ремонту літаків дозволить збільшити їх мобільність та час перебування у зоні бойових дій;
- Мобільні ремонтні групи. Створення мобільних груп для оперативного технічного обслуговування літаків у польових умовах забезпечить швидке відновлення боєздатності техніки.

4. Стратегічне планування та співпраця. Успішне виконання завдань тактичної авіацією можливе лише за умови ефективного стратегічного планування та активної співпраці з іншими військовими формуваннями :

- Міжнародна співпраця та обмін технологіями. Співпраця з міжнародними партнерами сприяє обміну новітніми технологіями, що дозволяє досягти більш високого рівня модернізації авіаційної техніки ;
- Взаємодія з іншими родами військ. Узгодження дій з наземними, морськими та спеціальними підрозділами посилює координацію та ефективність спільних операцій.;
- Використання передових технологій. Впровадження сучасних систем зв'язку, навігації та управління дозволяє забезпечити координацію та управління перебазуванням у реальному часі.

На підставі проведеного аналізу можна запропонувати такі ключові рекомендації для підвищення ефективності тактичної авіації:

- Визначення основних напрямків подальших досліджень. Розробка нових технологій для збільшення дальності перебазування та зниження залежності від паливних ресурсів.
- Впровадження конкретних технічних та організаційних заходів. Покращення характеристик літальних апаратів та оптимізація логістичних процесів для забезпечення оперативної підтримки бойових дій.
- Покращення дальності перебазування як елемент національної безпеки. Здатність тактичної авіації швидко реагувати на зміну бойової обстановки значно посилює обороноздатність країни та забезпечує ефективність у виконанні операцій, що є вагомим чинником для національної безпеки.

Таким чином, підвищення дальності перебазування та оперативності тактичної авіації сприятиме зростанню бойової ефективності та забезпечить здатність армії до швидкої і гнучкої відповіді на виклики у зонах конфлікту. Покращення дальності перебазування є важливою складовою підвищення оперативних можливостей тактичної авіації, адже воно дозволяє забезпечити ширше покриття бойових зон, забезпечуючи підтримку навіть у віддалених або важкодоступних регіонах. Воно сприятиме зростанню мобільності військових операцій, що є важливим фактором для досягнення стратегічних і тактичних цілей у будь-якому конфлікті. Це забезпечить армії можливість діяти у будь-якому місці та в будь-який час, зберігаючи перевагу над противником і підвищуючи загальну бойову ефективність сил оборони.

Список використаних джерел:

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984.

2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
4. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
5. Тищенко М.Н. Вертольоти / М.Н. Тищенко. – М.: Машинобудування, 1982.
6. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузов / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.

Олійник Олег Миколайович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: onik74@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286> .

Сідловський Вадим Валерійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: cool.sidlovskiy@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8196-055X>.

Oliynyk Oleg Nikolaevich –senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; **email:** onik74@ukr.net ; **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286> .

Sidlovskiy Vadym Valeriyovich – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: cool.sidlovskiy@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8196-055X>.

О. М. Олійник, А. О. Марченко

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ЛІТАКАМИ ТРАНСПОРТНОЇ АВІАЦІЇ ПРИ МОЖЛИВИХ ПЕРЕВИЩЕННЯХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ОБМЕЖЕНЬ

Анотація: у даній роботі розглядається забезпечення безпеки польотів літаків транспортної авіації в умовах можливих перевищень експлуатаційних обмежень. Аналізуються фактори, що впливають на ризики при порушенні нормативів, а також їх наслідки для безпеки польотів. Окрему увагу приділено сучасним технологіям моніторингу і контролю параметрів експлуатації літаків, які можуть запобігти небезпечним ситуаціям. Висвітлюються рекомендації щодо удосконалення процедур обслуговування та навчання екіпажів, що сприяють підвищенню безпеки у транспортній авіації. Робота підкреслює важливість дотримання експлуатаційних обмежень та необхідність впровадження системного підходу до управління ризиками.

Ключові слова: безпека польотів, експлуатаційні обмеження, транспортна авіація, перевищення обмежень, технічні несправності, погодні умови, системи моніторингу, ризики та наслідки, тренування екіпажу, аварійні ситуації.

Abstract: The article deals with ensuring the safety of flights of transport aircraft in conditions of possible exceeding of operational restrictions. Factors affecting the risks of violation of regulations are analyzed, as well as their consequences for flight safety. Particular attention is paid to modern technologies for monitoring and controlling the parameters of aircraft operation, which can prevent dangerous situations. Recommendations for improvement of maintenance procedures and training of crews, contributing to increased safety in transport aviation, are highlighted. The article emphasizes the importance of compliance with operational restrictions and the need to implement a systematic approach to risk management.

Key words: flight safety, operational limitations, transport aviation, exceeding limitations, technical malfunctions, weather conditions, monitoring systems, risks and consequences, crew training, emergency situations.

Транспортна авіація відіграє ключову роль у підтримці територіальної цілісності України в умовах тривалого військового конфлікту з російською агресією. Завдяки своїм унікальним можливостям, транспортна авіація забезпечує виконання критично важливих завдань, таких як стратегічне постачання ресурсів, мобільність військових сил, евакуація постраждалих, виявлення та моніторинг загроз, а також захист повітряного простору. Її участь у оборонних операціях є життєво важливою для успішного виконання задач, поставлених перед Збройними Силами України, що обумовлює важливість постійної модернізації і забезпечення сучасними технологіями. Успішність і безпека цих завдань напряму залежать від технічних характеристик, надійності і ефективності літальних апаратів, що робить питання оновлення Повітряних Сил одним із пріоритетних для захисту держави. [1].

Для забезпечення більшої ефективності транспортної авіації та зниження ризиків при виконанні її функцій необхідно зосередити увагу на кількох ключових напрямках:

1. Визначення експлуатаційних обмежень.

Важливим аспектом забезпечення безпеки польотів є чітке визначення експлуатаційних обмежень для кожного літального апарату. До таких обмежень належать максимальна злітна вага, межі швидкості та висота польоту, а також навантаження, яке може витратити літак під час маневрів. Ці параметри мають вирішальне значення для забезпечення безпеки польоту, оскільки перевищення таких обмежень може призвести до погіршення контролю над літаком, прискореного зносу конструкції і навіть виникнення аварійних ситуацій. Чітке усвідомлення екіпажем і технічним персоналом цих обмежень є ключовим фактором для успішного та безпечного виконання місій.

2. Причини перевищення обмежень.

Щоб запобігти аварійним ситуаціям, необхідно розуміти фактори, які можуть призводити до перевищення експлуатаційних обмежень. До них належать:

- Технічні несправності, які можуть впливати на параметри польоту, такі як потужність двигуна, стан аеродинамічних поверхонь тощо ;
- Людський фактор, зокрема помилки екіпажу, пов'язані з навантаженнями на літак або неправильним управлінням під час польоту;
- Погодні умови, які можуть раптово змінитися, викликаючи сильні вітри, турбулентність або інші явища, що підвищують навантаження на літак.
- Неналежне планування польоту, коли, наприклад, не враховано додаткові фактори ризику або вага завантаження перевищує безпечні межі.

3. Ризики і наслідки.

Перевищення експлуатаційних обмежень може призвести до низки серйозних ризиків. Наприклад, перевищення максимальної злітної ваги може збільшити знос шасі та основних конструкцій літака, знизити його маневреність та підвищити витрати пального. Крім того, перевищення допустимих швидкісних або висотних меж може призвести до втрати контролю над літаком або пошкодження структурних елементів. У крайніх випадках такі ситуації можуть призводити до аварії, що підкреслює важливість контролю над параметрами польоту.

4. Системи моніторингу та попередження.

Сучасні системи моніторингу та попередження дозволяють в реальному часі відстежувати критичні параметри польоту та попереджати екіпаж про наближення до меж безпеки. Такі системи використовують датчики та алгоритми для аналізу польотних даних, що дає можливість швидко реагувати на зміну умов та забезпечити безпечне виконання місії. Наприклад, індикатори перевантаження, зниження рівня пального або температури двигуна, дозволяють екіпажу оперативно приймати рішення у випадку небезпеки.

5. Протоколи реагування.

Ефективна реакція на ситуації, пов'язані з перевищенням експлуатаційних обмежень, потребує розробки чітких протоколів дій для екіпажу. Такі протоколи мають містити чіткі алгоритми, які допомагають пілотам і технічному персоналу швидко діяти у випадку критичної ситуації. Також необхідні регулярні тренування та симуляції, що дозволяють екіпажам відпрацьовувати дії у разі виникнення надзвичайних обставин, підвищуючи їх готовність до можливих небезпек.

6. Культура безпеки.

Одним із найважливіших аспектів забезпечення безпеки є підтримка культури безпеки авіаційних підрозділах. Це означає, що в авіакомпаніях і військових частинах мають обговорення ризиків і потенційних загроз, а також для постійного навчання персоналу. Така культура сприяє тому, що екіпажі і технічний персонал відповідальніше ставляться до виконання завдань, що знижує ймовірність аварійних ситуацій.

7. Регуляторні вимоги.

Безпека польотів регулюється національними та міжнародними стандартами, які визначають експлуатаційні обмеження та правила їх дотримання. Важливо постійно дотримуватися цих стандартів, а також враховувати нові нормативи і рекомендації, які розробляються для підвищення вимог в експлуатаційну практику є важливим кроком для зниження ризиків.

Для забезпечення високої ефективності і безпеки транспортної авіації необхідний інтегрований підхід, який включає технологічні, організаційні та людські аспекти. Впровадження сучасних систем моніторингу, розробка на критичні ситуації, створення умов для підтримки культури безпеки та дотримання регуляторних вимог значно підвищують рівень безпеки. Завдяки цим заходам можна мінімізувати ризики, пов'язані з перевищенням експлуатаційних обмежень, що є критично важливим для успішного виконання бойових завдань у складних умовах конфлікту.

Таким чином, інтеграція передових технологій, системи безпеки та управління ризиками у транспортній авіації України сприятиме не лише збереженню життя і здоров'я екіпажів, але й підвищенню загальної надійності виконання місії. У сучасних умовах військового конфлікту на сході країни транспортна авіація залишається важливим аспектом

обороздатності, і її модернізації є одним із ключових завдань для зміцнення національної безпеки та захисту територіальної цілісності держави.

Список використаних джерел:

1. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
2. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
3. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
4. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузов / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.

Олійник Олег Миколайович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: onik74@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>..

Марченко Артем Олександрович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: artemmarchenko2001@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2325-0103>.

Oliynyk Oleg Mykolayovych – senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: onik74@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>.

Marchenko Artem Oleksandrovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: artemmarchenko2001@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2325-0103>..

ЗАХИСТ ВІД БПЛА В УМОВАХ СУЧАСНОГО БОЮ

Анотація: Проаналізовано основні методи захисту від БПЛА, включаючи радіоелектронну боротьбу, фізичне знищення, використання дронів-перехоплювачів і систем виявлення. Особлива увага приділяється перспективам розвитку новітніх технологій для ефективної протидії загрозам з боку безпілотників.

Ключові слова: захист від БПЛА, радіоелектронна боротьба, фізичне ураження дронів, дрони-перехоплювачі, системи виявлення БПЛА, сучасний бій, протидія безпілотникам

Abstract: The main methods of protection against UAVs are analyzed, including radio-electronic warfare, physical destruction, the use of interceptor drones and detection systems. Special attention is paid to the prospects for the development of the latest technologies for effective countermeasures against threats from drones.

Keywords: defense against UAVs, electronic warfare, physical destruction of drones, interceptor drones, UAV detection systems, modern combat, countering drones

В наш час у бойових умовах безпілотні літальні апарати (БПЛА) з кожним днем перетворюються на важливий інструмент, що використовується для збору інформації, координації військових операцій та нанесення точкових ударів. Завдяки своїй мобільності та скритності БпЛа створюють велику загрозу для військових та стратегічних об'єктів. Сучасні конфлікти доводять, що для ефективної оборони потрібно впроваджувати нові системи захисту, які дозволять знижувати ризик від використання безпілотників. В своїй тезі ми проаналізуємо основні технології та стратегії протидії БПЛА у сучасному бою.

Безпілотні літальні апарати(БпЛа) використовуються для виконання багатьох завдань, таких як розвідка та спостереження для забезпечення інформацією про розташування військових об'єктів і позицій супротивника, також застосовується для коригування вогню ,а саме допомагають точно наводити артилерію, що значно підвищує точність обстрілу. Може застосовуватись для нанесення ударів, дрон відправляють для доставки вибухівки до цілей або точкових атак на об'єкти.Усі ці функції роблять БПЛА цінними на полі бою, але вони також створюють серйозні загрози. Використання дронів дозволяє ворогу швидко та непомітно атакувати критичні об'єкти, що ускладнює наш захист. Одним з основних способів нейтралізації дронів є радіоелектронна боротьба. Завдяки методам РЕБ можна глушити зв'язок між БПЛА та його оператором, що зазвичай призводить до автоматичного повернення БпЛа або втрати контролю. В сучасних боях навчилися перехоплювати управління дроном, що дозволяє примусово змінити його траєкторію або посадити на безпечній відстані. Перевагою для наших військових є те, що можна блокувати сигнали навігації (GPS або ГЛОНАСС), що призводить до дезорієнтації дрона. РЕБ є особливо корисним у випадках, коли потрібно швидко зупинити дрон , що наближається до стратегічно важливого об'єкта. Використання перешкодних сигналів дозволяє тимчасово зупинити загрозу та забезпечити безпеку території. Фізичне ураження є важливим способом боротьби з БпЛа, що застосовується як для великих, так і малих дронів.

Ракетні комплекси протиповітряної оборони, такі як «Панцир», забезпечують ефективне знищення великих БПЛА на значній відстані, в той час як лазерні системи швидко нейтралізують дрони на коротких дистанціях, що особливо корисно для відбиття масованих атак. Крім того, кінетичні засоби, включно з зенітними гарматами та стрілецькою зброєю, забезпечують надійний захист на ближніх рубежах. Також є дрони-перехоплювачі ,вони є інноваційним рішенням для боротьби з безпілотними загрозами. Вони дозволяють фізично перехоплювати ворожі дрони, завдяки чому можливо або захоплювати їх, або знищувати шляхом зіткнення. Дрони-перехоплювачі також забезпечують постійний моніторинг повітряного простору, що дозволяє оперативно реагувати на загрози й ефективно захищати об'єкти. В наш час системи виявлення БПЛА є невід'ємною частиною оборонних заходів. Радіолокаційні комплекси дозволяють своєчасно виявляти безпілотники на значних відстанях, тоді як акустичні сенсори реагують на характерний звук дронів, а оптичні та інфрачервоні датчики допомагають визначити їхнє місцезнаходження за тепловими або візуальними ознаками. Ефективне виявлення дозволяє заздалегідь попередити оборонні сили про наближення дронів і належним чином підготуватися до їх нейтралізації. Технології захисту від БПЛА постійно вдосконалюються, щоб відповідати новим викликам. Одним із перспективних напрямів є впровадження штучного інтелекту, що сприятиме автоматизації процесу виявлення загроз.

Мультиспектральні сенсори можуть об'єднувати кілька типів виявлення для покращеної точності розпізнавання БПЛА. Мобільні комплекси захисту, здатні швидко змінювати місце дислокації, допомагають адаптувати оборону відповідно до мінливої тактичної обстановки, забезпечуючи більш ефективну протидію БПЛА у реальному часі.

Сучасний захист від БПЛА в умовах бою є комплексним процесом, що вимагає поєднання радіоелектронної боротьби, фізичних засобів знищення, перехоплюючих дронів та систем виявлення. Використання новітніх технологій дозволяє забезпечити ефективний захист критично важливих об'єктів і підвищити безпеку військових сил. Вдосконалення таких систем є необхідним кроком для забезпечення стабільної оборони в умовах сучасних конфліктів.

Список використаних джерел:

1. Гук, С. "Розвиток технологій захисту від БПЛА: сучасні виклики та рішення." *Військово-технічний журнал*, 2022.
2. Міністерство оборони України. "Сучасні методи протидії безпілотним літальним апаратам." Аналітичний звіт, Київ, 2023.
3. Лисенко, О. "Протидія безпілотним загрозам у бойових умовах." Львів: Арсенал Прес, 2022.
4. Jane's Defence Weekly. "Advances in Anti-Drone Technology and Tactics," <https://www.janes.com>.
5. NATO. *Counter-Unmanned Aerial Systems (C-UAS) Strategy and Capabilities*, 2023.

Стаднік Анна Григорівна-громадянка кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: stadnikanna2909@gmail.com

Оболонська Яна Олександрівна – студентка групи ІБС-22б, факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, громадянка кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vn.oyana@gmail.com

Stadnik Anna Hryhorivna- a citizen of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stadnikanna2909@gmail.com

Obolonska Yana Oleksandrivna - student of group IBS-22b, faculty of information technologies and computer engineering, citizen of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vn.oyana@gmail.com

Я. О. Оболонська, А. Г. Стаднік

КІБЕРРОЗВІДКА, МЕТОДИ ЗБОРУ ДАНИХ І АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЇ В КІБЕРВІЙСЬКАХ

Анотація: розглянуто кібернетична розвідка як підхід до збору та аналізу інформації в кіберпросторі, що охоплює телекомунікаційну і комп'ютерну розвідку, етапи операцій та пріоритети кібербезпеки України.

Ключові слова: кібернетична розвідка, телекомунікаційні системи, комп'ютерна розвідка, кібербезпека, етапи розвідки, законодавство, захист інформації, європейська інтеграція, права громадян.

Abstract: The article analyzes cyber intelligence as an approach to gathering and analyzing information in cyberspace, covering telecommunications and computer intelligence, stages of operations and priorities of Ukraine's cyber security.

Keywords: Cyber intelligence, telecommunications systems, computer intelligence, cyber security, stages of intelligence, legislation, information protection, European integration, citizens' rights.

Вступ

У сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, кібернетична розвідка стає критично важливою для забезпечення інформаційної безпеки. Актуальність цієї теми зумовлена зростаючими кіберзагрозами, які вимагають ефективних механізмів збору та аналізу інформації. Основною метою дослідження є вивчення основних цілей кіберрозвідки, зокрема підвищення ефективності розвідувальних операцій, захисту інформаційних систем та реагування на загрози. Завдання включають аналіз методів збору даних, визначення основних напрямків кіберрозвідки та оцінку їхнього впливу на безпеку.

Результати дослідження

Кібернетична розвідка охоплює комплексний підхід до збору, аналізу та використання інформації для забезпечення ефективності розвідувальних операцій у кіберпросторі. Вона поділяється на два основні напрями: розвідку телекомунікаційних систем і комп'ютерну розвідку. Розвідка телекомунікаційних систем включає перехоплення повідомлень, прослуховування телефонних розмов у мобільних та провідних мережах, визначення географічного розташування власників мобільних телефонів і розшифровку закодованих повідомлень. Комп'ютерна розвідка спрямована на добування інформації, що обробляється, зберігається та передається в інформаційній системі, отримання відомостей про характеристики програмних, апаратних і програмно-апаратних комплексів, аналіз методів і механізмів захисту інформації, виявлення персональних даних користувачів та вразливостей інформаційно-управляючих систем.

Етапи проведення кібернетичної розвідки складаються з шести основних фаз: рекогносцировка, сканування мережі, отримання доступу, підтримка доступу, приховування слідів присутності та аналітичний звіт. На етапі рекогносцировки здійснюється початковий збір інформації та визначення потенційних цілей для подальшого дослідження. Сканування мережі дозволяє аналізувати мережеву інфраструктуру, виявляючи відкриті порти, служби і потенційні точки входу. На етапі отримання доступу здійснюється проникнення в систему через знайдені вразливості, а на етапі підтримки доступу забезпечується збереження доступу до системи без виявлення. Приховування слідів присутності передбачає маскування слідів для уникнення виявлення і збереження непомітності дій. Останнім етапом є аналітичний звіт, який включає узагальнення зібраної інформації та її обробку для формування висновків і рекомендацій. Кібернетична розвідка забезпечує всебічний аналіз інформаційних систем та мереж супротивника[1].

Сучасні технології збору даних для кіберрозвідки включають інструменти OSINT (Open Source Intelligence) [2], системи автоматизації, машинне навчання, аналіз, обробку великих даних. Інструменти OSINT, забезпечують збір інформації з відкритих джерел, таких як соціальні мережі та новинні сайти.

Системи автоматизації моніторингу кіберпростору в реальному часі допомагають відслідковувати потенційні загрози та реагувати на інциденти. Алгоритми машинного навчання дозволяють ефективно виявляти аномалії у великих обсягах даних, що допомагає виявляти кіберзагрози. Інструменти для аналізу, допомагають швидко реагувати на підозрілу активність у мережах. Технології великих даних, дозволяють обробляти великі масиви інформації для виявлення загроз. Threat Intelligence, забезпечує обмін інформацією про загрози, що підвищує ефективність розвідувальних операцій [3]. Усі ці технології суттєво покращують здатність до виявлення, аналізу та запобігання кіберзагрозам.

Пріоритети кібербезпеки України охоплюють три основні напрямки [4]. Кожен із цих напрямків критично важливим для створення ефективної системи захисту країни від кіберзагроз та забезпечення стійкості в умовах глобальних цифрових викликів.

Убезпечення кіберпростору для захисту суверенітету держави та розвитку суспільства. Цей пріоритет спрямований на створення надійної системи кіберзахисту, яка буде здатна відбивати кібератаки, що становлять загрозу національному суверенітету. Це включає побудову інфраструктури для моніторингу та реагування на загрози в реальному часі, а також вдосконалення кібероборони, яка може ефективно протидіяти втручанню в державні та суспільні процеси. Забезпечення кібербезпеки на рівні держави також сприятиме розвитку цифрових технологій, інновацій та зміцненню економіки, що, в свою чергу, посилить загальну стійкість суспільства до кіберризиків.

Захист прав, свобод і законних інтересів громадян України у кіберпросторі. Цей аспект передбачає забезпечення приватності та безпеки персональних даних громадян, захист їхньої інформації від несанкціонованого доступу та протидію кіберзлочинності. Пріоритетом є також підтримка прав на свободу слова і захист громадян від цифрових загроз, таких як фішинг, кібершахрайство, кіберпереслідування та інші форми зловживання у кіберпросторі. Для цього необхідно зміцнити правові та технічні механізми захисту, що дозволить кожному громадянину відчувати себе безпечно у цифровому середовищі та користуватися його перевагами без страху перед кібератаками.

Європейська і євроатлантична інтеграція у сфері кібербезпеки. Враховуючи геополітичну ситуацію та стратегічні інтереси України, інтеграція до європейської і євроатлантичної систем кібербезпеки є важливим пріоритетом. Це передбачає поглиблення співпраці з країнами ЄС та НАТО, обмін досвідом, участь у спільних кібернавчаннях та отримання доступу до новітніх технологій і стандартів захисту. Завдяки тіснішій інтеграції з європейськими партнерами, Україна зможе ефективніше запроваджувати передові практики кібербезпеки, а також оперативніше реагувати на спільні загрози у рамках міжнародних партнерських програм.

На сьогоднішній день існує проблема недосконаlosti законодавства в галузі кібербезпеки, зокрема застарілість інформаційно-правових норм, низький рівень санкцій за правопорушення та повільне впровадження європейського законодавства. Це викликає занепокоєння, оскільки стрімкий розвиток технологій і зростання кіберзагроз вимагають термінового вдосконалення норм. Застарілі положення не можуть адекватно реагувати на нові виклики, а недостатні стягнення не стримують потенційних правопорушників. Повільна імплементація європейських норм у національне законодавство також ускладнює забезпечення ефективного кіберзахисту. Важливо зосередити зусилля на актуалізації законодавства, підвищенні відповідальності та пришвидшенні впровадження європейських стандартів [5].

Висновки

Кібернетична розвідка та забезпечення кібербезпеки є критично важливими аспектами сучасного світу, в якому технології стрімко розвиваються, а кіберзагрози стають все більш складними і різноманітними. Дослідження показало, що основними цілями кіберрозвідки є підвищення ефективності розвідувальних операцій, захист інформаційних систем та швидка реакція на загрози. Основні етапи кіберрозвідки, від рекогносцировки до аналітичного звіту,

забезпечують системний підхід до збору та аналізу інформації, що сприяє виявленню та нейтралізації загроз. Сучасні технології збору даних, такі як OSINT, автоматизація, машинне навчання і аналітика великих даних, значно покращують здатність організацій реагувати на кіберзагрози, а також підвищують ефективність їхніх розвідувальних операцій. Пріоритети кібербезпеки України, зосереджені на захисті державного суверенітету, забезпеченні прав і свобод громадян у кіберпросторі, а також на інтеграції в європейську систему кібербезпеки, є ключовими для формування ефективної системи захисту в умовах глобальних цифрових викликів. Однак, існуючі недоліки в законодавстві, такі як застарілість норм і недостатня відповідальність за правопорушення, створюють серйозні виклики для кіберзахисту. Тому, для забезпечення надійної кібербезпеки необхідно терміново вдосконалити законодавчу базу, адаптувати її до сучасних реалій та підвищити відповідальність за кіберзлочини. Це дозволить Україні не тільки ефективніше захищати свої інформаційні ресурси, але й сприятиме розвитку цифрових технологій.

Список використаних джерел:

1. В.Кива, Є.Судніков, О.Войтко. МЕТОДИ РОЗВІДКИ КІБЕРПРОСТОРУ. URL: https://www.researchgate.net/publication/346114187_Metodi_rozvidki_kiberprostoru.
2. Козицька О. Г. КІБЕРРОЗВІДКА ЯК НОВІТНІЙ НАПРЯМ ОПЕРАТИВНО-РОЗШУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ. Хмельницький Університет Управління та Права. URL: <http://old.univer.km.ua/statti/Kozytska,%20O.H.%20Kiberrozvidka%20yak%20novitni%20napriam%20operatyvn%20o-rozshukovoi%20diialnosti.pdf>.
3. IBM. What is Threat Intelligence? , IBM. IBM - United States. URL: <https://www.ibm.com/topics/threat-intelligence>.
4. Стратегія кібербезпеки України: цілі та пріоритети. АрміяInform – Інформаційне агентство АрміяInform. URL: <https://armyinform.com.ua/2021/08/27/strategiya-kiberbezpeky-ukrayiny-czili-ta-priorytety/>.
5. Зуй В. Актуальні проблеми кібербезпеки в Україні з урахуванням європейської інтеграції. Правове забезпечення адміністративної реформи. URL: http://www.sulj.oduvs.od.ua/archive/2022/4/part_1/35.pdf.

Оболонська Яна Олександрівна – студентка групи ІБС-22б, факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, громадянка кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vn.oyana@gmail.com

Стаднік Анна Григорівна - громадянка кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: stadnikanna2909@gmail.com

Obolonska Yana Oleksandrivna - student of group IBS-22b, faculty of information technologies and computer engineering, citizen of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vn.oyana@gmail.com

Stadnik Anna Hryhorivna - a citizen of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stadnikanna2909@gmail.com

С. І. Корсунов, М. І. Оборонов

РОЛЬ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ УРОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНИ

Анотація: застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у локальних війнах і збройних конфліктах сучасності підтвердили думку, що найбільша загроза на полі бою на сучасному етапі надходить від них. У ході російсько-української війни розвиток безпілотних літальних апаратів відбувається дуже бурхливо. Тому, задача всебічного вивчення, аналізу застосування БпЛА та розробка методів боротьби з ними є актуальною.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, втрати, російсько-українська війна.

Abstract: The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in local wars and armed conflicts of our time confirmed the opinion that the greatest threat on the battlefield today comes from them. And during the Russian-Ukrainian war, the development of unmanned aerial vehicles is very rapid. Therefore, the task of a comprehensive study, analysis of unmanned aerial vehicles and the development of methods of combating them is urgent.

Keywords: unmanned aerial vehicle, losses, Russian-Ukrainian war.

Вступ. Безпілотні літальні апарати активно еволюціонують. І цей процес постійно підсилюється, як новими типами безпілотної зброї, так і новими країнами, які активно долучаються до її розробки та експлуатації. Якщо на початку ХХІ ст. лише США та Ізраїль мали ударні БпЛА, то на сьогоднішній день вони є у понад 30 країн світу і ще півтора десятки країн можуть їх отримати у найближчі роки. Армія США з 2001 р. озброєна ударними БпЛА MQ-9 Reaper, MQ-1 Avenger та MQ-1C Grey Eagle. Велика Британія з 2007 р. має на озброєнні MQ-9 Reaper. Вони є у армії Франції з 2019 р. Ці країни на сьогодні мають й інші ударні БпЛА.

Поширеними є китайські бойові дрони. А саме, БпЛА CH-3, CH-4, Wing-Loong та CH-92, знаходяться на озброєнні армій Іраку, Нігерії (2015), Йорданії, Єгипту (2016), Казахстану (2017), Алжиру (2018), Сербії (2020), Індонезії (2021).

Більшість армій країн світу озброєні турецькими безпілотниками Bayraktar TB2. Серед них - Туреччина (1994), Пакистан, ОАЕ (2015), Саудівська Аравія (2016), Азербайджан, Катар, Туніс (2020), Україна, Киргизстан, Ефіопія, Марокко, Туркменістан (2021), Буркіна-Фасо, Джибуті, Малі, Нігер, Сомалі, Того (2022), Польща (2023).

Іран виробляє багато ударних дронів. Вперше їх дрони Shahed-136, Mohajer-6 були поставлені до росії влітку 2022 р. З того часу вони стали регулярними, а у 2023 р. в росії побудовано завод, де ведеться крупновузлова збірка Shahed-136 під назвою Герань-2.

Бойові дрони Hermes 450, Hermes 900, Heron TP є в армії Ізраїлю. Ще 14 країн перебувають у процесі озброєння бойовими дронами. Очікують поставок турецьких БпЛА армії Албанії, Алжиру, Анголи, Бангладеш, Кувейту, Малайзії та Румунії, американських БпЛА – Індія, Італія, Нідерланди, Тайвань, китайських дронів – Конго, ізраїльських - Німеччина. Узбекистан озброїв свою армію ударними дронами Wing-Loong-1, Орлан-10, Bayraktar TB2. Почав виготовляти власні безпілотники вертикального злету і посадки Lochin.

Результати досліджень. Світ активно мілітаризується, і з огляду на це, загроза з повітря зростає. Прослідкуємо, як змінювалась роль безпілотних літальних апаратів під час російсько-української війни. На думку багатьох експертів, ця війна з часу закінчення Другої світової є першою за тривалістю, масштабами та інтенсивністю застосування зброї.

Одразу після вторгнення в Україну, росія майже не застосовувала БпЛА. В бригадах (полках) були роти БпЛА, що мали кілька Орлан-10 та Елерон-10. Обмежена кількість не дозволяла мати вичерпну інформацію про обстановку і це могло бути однією з причин невдач наступаючих військ РФ на початку війни.

У ЗС росії було кілька сотень БпЛА, частка ударних була мізерна. У квітні 2020 р. у ЗС було поставлено перші 3 ударні БпЛА Оріон і до кінця року планувалось надходження ще 21 БпЛА. Підтвердження їх поставок не знайдено, але є інформація про їх знищення у квітні, вересні та грудні 2022 р. У 2021 р. розпочали випуск ударних БпЛА Форпост-Р, їх небагато.

Застосування БпЛА стало масовим. Для характеристики їх інтенсивності скористались непрямим, але пов'язаним, доказом – втратами БпЛА. Протягом лютого-квітня 2022 р. застосування дронів було найменш інтенсивним (втрати 0,5–2,5 штук на добу). Після обмежень на застосування літаків і вертольотів інтенсивність зросла, це засвідчив ріст втрат у квітні-травні 2022 р. (6–8 дронів на добу). Пік застосування прийшовся на жовтень 2022 р., після надходження іранських дронів-камікадзе та підготовки персоналу. Втрати склали до 13 БпЛА на добу.

Надходження баражуючих боєприпасів Куб-БЛА, Ланцет компанії Zala Aero Group, а також дронів Shahed-136 стало фактором, який рішуче змінив перебіг війни. Вони розпочали новий запеклий етап протиборства між дронами та протиповітряною обороною (ППО).

На рис. 1 зображено результати застосування БпЛА Shahed-136 в Україні.

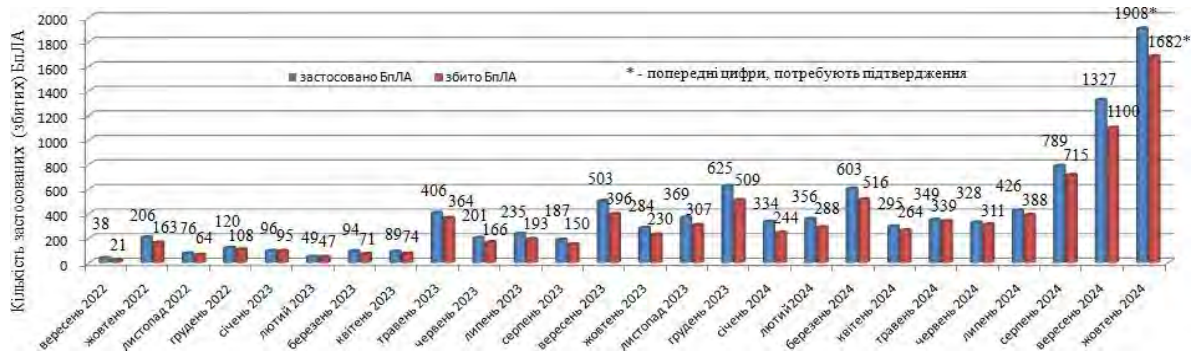


Рис. 1. Результати застосування БпЛА Shahed-136 протягом російсько-української війни

У результаті аналізу встановлено, що найскладнішим для протиповітряної оборони (ППО) у боротьбі з Shahed-136 був початковий етап - вересень-жовтень 2022 р. Удари були, переважно, одиночні по таких об'єктах, як бронетехніка і артилерія. У подальшому ворог почав їх застосовувати по стаціонарних цілях - дрон не може сам знаходити об'єкти, що рухаються.

На першому році війни застосування БпЛА Shahed-136 було низької інтенсивності - від 38 до 120 БпЛА на місяць. Ефективність ППО обчислювалась, як відношення кількості збитих до кількості застосованих і складала 55–75 %. Результат пояснюється тим, що ціль була нова, застосовувалась з великої дальності, мала невелику ефективну площу розсіювання та не було досвіду боротьби з ними. І лише у жовтні 2022 р. ворог для ударів по Україні залучив 206 БпЛА. Але, сили оборони швидко адаптувались до таких дій і лише 20 % цілей долали систему ППО. Побачивши падіння ефективності застосування БпЛА, противник у листопаді 2022 р. – квітні 2023 р. зменшив їх кількість до 49–120 шт на місяць, знизив частоту застосувань, але поширив нанесення ударів на всю територію країни.

Зрозумівши, що швидко завоювати Україну не вдасться, ворог з березня 2023 р. постійно нарощував кількість БпЛА. Крім руйнування промислових і військових цілей, вони стали зброям шантажу: регулярно наносять удари по житлових будинках, енергетичних об'єктах, житлових будинках, школах, лікарнях, дитячих садочках, вчиняючи порушення міжнародного гуманітарного права. Якщо окреслити зростання масштабів ударів, то на початку періоду він застосував 71 БпЛА, а у жовтні 2024 р. - 1906 БпЛА. Отже, зусилля зросли майже у 27 разів.

Ворог активно змінює прийоми та випробовує різні варіанти нанесення ударів: застосування одиночних БпЛА, обхід групою БпЛА зон з розвиненою ППО, нанесення ударів великою кількістю з різних напрямків. Для ускладнення боротьби перейшов до нанесення ударів у нічний час. Найменш вдалим для нього стало використання дронів у січні 2023 р. За три доби було застосовано 95 дронів, але всі вони, крім одного, були збиті. Зі здобуттям досвіду підрозділами ППО, ефективність зросла до 80–90 %, а у січні 2023 р. майже до 100 %. Останній результат є винятковим і лише підкреслює можливість знищення усіх цілей, що налітають.

Тактика застосування безпілотної авіації не є сталою. Ворог робить висновки і вчиться на помилках. Крім одиночних БпЛА, використовує їх парами і групами. Типовим є саме груповий запуск з мобільної пускової платформи. По одному дрони запускають для економії при визначенні місцезнаходження засобів ППО. Основну ділянку маршруту дрони долають на висоті до 2 000 м. При підході до цілі знижуються до 200–300 м і летять зі швидкістю 150–180 км/год.

Щодо географії застосування, то вони спочатку застосовувались у південних і східних областях, рідше – у центральних і західних, а з кінця 2022 р. завдають ударів по усій території. Це підтвердило можливості БпЛА щодо нанесення ударів на відстань понад 1 000 км.

Складною ціллю для ППО є баражуючі боєприпаси та FPV-дрони. Останні з функцією передачі відео в реальному часі з камери, що встановлена в передній частині дрона. Оператор керує і бачить місцевість навколо за допомогою спеціальних окулярів. Завдяки цьому практично кожна точка поблизу переднього краю стала досяжною і легко прострілюваною. Нині використовують FPV-дрони з різними бойовими частинами, а також для скидів боєприпасів на противника, після чого БпЛА повертається. Останнім часом вони дуже активно використовуються. Масштаби вражають – з кожного боку інколи залучається понад 1000 FPV-дронів на день. У навчених руках FPV-дрони - високоточна зброя, здатна уражати броньовану техніку і знищувати особовий склад ворога. Вони несуть боєприпаси різних типів та різної ваги, залітати у окопи, траншеї та вікна будівель, потрапляти у люки і двері ворожої техніки. Такі дрони дають можливість уражати ворожі цілі на дистанціях до 10 кілометрів, інколи й більше.

Висновки. Серед усіх засобів повітряного нападу росії, БпЛА займають особливе місце і мають перспективи пріоритетного розвитку якщо вирішити питання імпортозаміщення електронних виробів. З початку війни сили оборони знищили понад 13 000 БпЛА, з них понад 7000 у 2024 р. і щодня результат приростає десятками знищених дронів. Дрони-камікадзе, баражуючі боєприпаси та FPV-дрони – це небезпечна, підступна зброя, вона залишатиметься такою, доки Україна не розробить відповідні заходи з їх нейтралізації. Найбільшою проблемою є те, що цієї зброї у росії багато, а разом з FPV-дронами: DJI Mavic-3, DJI Spark, SJRC, Autel Robotics, Xiaomi, які вона використовує поблизу лінії бойового зіткнення, – дуже багато.

Список використаних джерел:

1. На озброєнні армій яких країн є бойові безпілотики. *Слово і діло*: <https://www.slovovidilo.ua/2023/06/26/infografika/svit/ozbroyenni-armij-yakux-krayin-ye-bojovi-bezpilotnyku>.
2. Корсунов С. І., Волков А. Ф., Коваленко С. П., Книш Д. В. Розвиток безпілотної авіації Турецької Республіки як приклад для наслідування Україною. *Збірник наукових праць ХНУПС*. 2022. № 4 (74). С. 13-28. <https://doi.org/10.30748/zhups.2022.74.02>.
3. Корсунов С. І., Волков А. Ф., Орехов С. В., Ярошук В. В. Безпілотна авіація Ісламської республіки Іран і досвід її застосування в російсько-українській війні. *Збірник наукових праць ХНУПС*. 2023. № 2 (76). С. 54-66. <https://doi.org/10.30748/zhups.2023.76.07>.
4. Корсунов С. І., Волков А. Ф., Орехов С. В., Попадюк Р. В., Черкашин С. В. Аналіз застосування засобів повітряного нападу РФ протягом першого року російсько-української війни. *СОВТ*. 2023. № 2 (74). С. 72-86. <https://doi.org/10.30748/sovt.2023.74.08>.
5. Олексенко О. О., Авраменко О. В., Федоров А. В., Сніцаренко В. В., Чернавіна О. Є. Застосування безпілотної літальної апаратури збройними силами Російської Федерації у війні проти України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4 (49). С. 37-42. <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.49.05>.

Корсунов Сергій Іванович – доцент кафедри, e-mail: slkd@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5370-1375> Харківський національний університет Повітряних Сил, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Оборонов Микола Іванович – старший викладач кафедри, e-mail: korzina@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9769-4568> Харківський національний університет Повітряних Сил, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Korsunov Serhii I – Docent of the Department, e-mail: slkd@ukr.net Kharkiv National Air Force University, Kharkiv city, slkd@ukr.net. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5370-1375> Kharkiv, National Air Force University, Sumaska st., 77/79, Kharkiv city, 61023.

Oboronov Mykola I. – Senior Instructor of the Department, e-mail: korzina@ukr.net. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9769-4568> Kharkiv, National Air Force University, Sumaska st., 77/79, Kharkiv city, 61023.

О. М. Олійник, І. О. Ткачук

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНОЇ СХЕМИ ТРАНСПОРТНО-БОЙОВОГО ВЕРТОЛЬОТА ТИПУ МІ-24

Анотація: дослідження конструктивно-компонувальної схеми вертольоту типу Мі-24, а також аналіз озброєння і засобів захисту.

Ключові слова: дослідження, конструктивно-компонувальна схема, конструктивні і технічні особливості, аналіз.

Abstract: study of the design and layout scheme of the Mi-24 type helicopter, as well as analysis of weapons and means of protection.

Keywords: research, structural and compositional scheme, constructive and technical features, analysis.

В умовах ведення російсько-української війни велику роль в досягненні цілей відіграє авіація. Сьогодні авіація Повітряних Сил Збройних Сил України застосовує як вітчизняні засоби ураження, так і авіаційні засоби ураження (АЗУ) надані країнами НАТО. В свою чергу це також збільшує навантаження на фахівців інженерно-авіаційної служби при підготовці літаків та вертольотів таких як Мі-24.

1. Вступ
 - Короткий огляд історії розробки вертольоту Мі-24.
 - Значення транспортно-бойових вертольотів у військовій авіації.
 - Цілі та завдання дослідження конструктивно-компонувальної схеми.
 2. Загальні характеристики вертольоту Мі-24
 - Технічні та тактичні характеристики.
 - Огляд основних модифікацій вертольоту (Мі-24А, Мі-24Д, Мі-24В тощо).
 - Огляд основних функцій та завдань (вогнева підтримка, транспортування десанту, евакуація).
 3. Конструктивно-компонувальна схема вертольоту
 - Опис фюзеляжу, конструкції крила і хвостового оперення.
 - Розташування двигунів, лопатей, паливної системи та інших ключових вузлів.
 - Особливості компонування кабіни екіпажу і десантного відділення.
 4. Аналіз озброєння і засобів захисту
 - Комплектація озброєння, включаючи гармати, ракети, кулемети та інші засоби.
 - Бронезахист корпусу та кабіни для підвищення живучості в бойових умовах.
 - Системи оборони від зенітних ракет, зокрема ІЧ-пастки та засоби радіоелектронної боротьби.
 5. Переваги та недоліки конструктивно-компонувальної схеми
 - Аналіз надійності, маневреності, швидкості та вантажопідйомності вертольота.
 - Складності у технічному обслуговуванні і логістиці.
 - Оцінка ефективності конструктивних рішень в різних бойових умовах.
 6. Порівняння з аналогами
 - Короткий огляд і порівняння з іншими моделями транспортно-бойових вертольотів (наприклад, АН-64 Apache, Eurocopter Tiger).
 - Порівняння конструктивних і технічних особливостей.
 - Оцінка переваг і недоліків конструкції Мі-24 в порівнянні з аналогами.
 7. Висновки
 - Узагальнення результатів дослідження.
 - Висновки про ефективність конструктивно-компонувальної схеми.
 - Рекомендації щодо можливих вдосконалень для сучасних моделей.
- Конкретні аспекти, на яких можна зосередитись:
- Особливості компонування для забезпечення багатфункціональності вертольота.
 - Як компонентні рішення впливають на його бойову ефективність.

- Вплив конструктивних особливостей на оперативну готовність і технічне обслуговування.

Список використаних джерел:

1. Белов, С. Ю., Чернявський, М. О. "Вертольоти бойового застосування: теорія, історія, конструкція". Київ: Видавництво НАУ, 2015.
2. Гордєєв, А. В. "Конструкція та компоновання вертольотів: навчальний посібник". Харків: ХАІ, 2017.
3. Хазанов, Д. Б., та Гордєєв, С. "Ми-24: Літаючий танк". Москва: Видавництво "Яуза", 2009. — Докладна історія створення та аналіз конструкції Мі-24.

Олійник Олег Миколайович, старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>, електронна адреса: onik74@ukr.net.

Ткачук Ілля Олександрович, слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0009-0006-3619-7054>, електронна адреса: illiatkachuk116@gmail.com

Oleh Mykolayovych Oliynyk, senior lecturer of the Department of Engineering and Aviation Support of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>, e-mail address: onik74@ukr.net.

Tkachuk Illia Oleksandrovyich, student of the Aviation Engineering Faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0006-3619-7054>, e-mail address: illiatkachuk116@gmail.com

А. П. Корнієнко, Ю. В. Скорий, Р. В. Лященко

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ПОВІТРЯНОГО НОСІЯ ДЛЯ УДАРНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Анотація: розглянуті існуючі та перспективні проекти використання повітряних носіїв для ударних безпілотних літальних апаратів та можливість їх застосування Силами оборони України в умовах відбиття широкомасштабної збройної агресії росії проти України.

Ключові слова: ударний безпілотний літальний апарат, літак-носій, FPV-дрон, "авіаматка", ретранслятор сигналів.

Abstract: Existing and promising projects for the use of air carriers for strike unmanned aerial vehicles and the possibility of their use by the Defense Forces of Ukraine in the context of repelling large-scale Russian armed aggression against Ukraine are considered.

Keywords: strike unmanned aerial vehicle, carrier aircraft, FPV drone, "aircraft carrier", signal repeater.

Результати останніх військових конфліктів кінця XX – початку XXI століть, а особливо російсько-українська війна продемонстрували збільшення ролі безпілотної авіації в бойових діях. Так звані дрони-камікадзе (баражуючі боєприпаси) стали справжньою загрозою на полі бою. Поява і масове застосування FPV-дронів (при чому з обох сторін) під час відбиття широкомасштабного вторгнення військ російської федерації на територію України підтвердили ключову роль цих невеликих, і відносно дешевих безпілотних літальних апаратів (БпЛА) поля бою у завданнях з вогневого ураження противника. Всі дрони-камікадзе (в тому числі і FPV-дрони) мають спільну особливість – вони одноразового використання, і призначені для виконання одного основного завдання – знищення визначених цілей, тобто мають ударні властивості при різному ступені технологічної досконалості. На теперішній час, завдяки застосуванню дронів, в небезпеці на лінії бойового зіткнення та найближчому тилу знаходяться абсолютно всі бойові активи – від бронетехніки всіх типів, до окремих військовослужбовців, що підтверджується чисельними відеоматеріалами з моментами ураження таких цілей.

Однак, при всіх своїх перевагах, дрони-камікадзе мають суттєвий недолік, а саме залежність від стійкого керуючого сигналу оператора, отже застосування такого дрону є обмеженим за дальністю та потужністю керуючого сигналу. Для зменшення залежності дрону від оператора активно використовуються елементи штучного інтелекту, що дозволяють йому самостійно знаходити та ідентифікувати ціль і здійснювати наведення на неї.

Варіантом збільшення дальності такого дрону є застосування повітряного носія, який мав би можливість доставляти дрон на певну дальність до лінії бойового зіткнення (або за нею в тилу ворога) для ураження важливих військових цілей.

Питання вибору оптимального повітряного носія для ударних безпілотників є доволі складною проблемою, тому практично у всіх розвинутих у воєнному відношенні країнах проводяться пошукові дослідження по створенню зразків БпЛА, які засновані на науково обґрунтованих концептуальних засадах бачення майбутнього розвитку і застосування безпілотних авіаційних систем.

В якості носія ударних дронів можуть розглядатися літальні апарати різних типів – вертольоти, літаки, а також інші БпЛА – більші за розмірами та потужніші за своїми характеристиками. Іншим напрямком доставки ударних дронів є застосування наземних засобів запуску (наприклад, реактивні системи залпового вогню, тощо).

Питання сумісного застосування пілотованих і безпілотних засобів доставки дронів-камікадзе повинно розвиватися паралельно – як з боку розрахунку можливості застосування в якості "перевізника" пілотованих літальних апаратів, так і з боку конструктивних особливостей і обладнання самих дронів у якості корисного навантаження для носіїв. З точки зору економії коштів та часу, оптимальним вважається варіант, коли і носій, і дрон становлять собою єдину систему, а їх проектування відбувається комплексно [1]. Прикладом цього є кілька проектів

щодо сумісного застосування винищувачів 6-го покоління разом з БпЛА, так званими "вірними відомими". Передбачається, що безпілотники можуть доповнювати або замінювати пілотовані літаки під час виконання бойових завдань з підвищеним ризиком. Прикладами таких проєктів є європейські програми GCAP (Великобританія, Італія і Японія) і FCAS (Німеччина, Франція та Іспанія) та американські – NGAD для ВПС США і NGAD для ВМС США [2].

Питанням використання вертольотів як носіїв БпЛА також вже давно займаються провідні авіабудівні компанії в США, Росії, Китаї та Туреччині. Однак, поки що єдиним вертольотом-носієм безпілотних літальних апаратів є вертоліт Армії США AH-64 Apache.

Росіяни пішли шляхом інтеграції ударного БпЛА до існуючого літака – Су-57. За задумом, ударний безпілотник може розміщуватися як на підвісі, так і всередині фюзеляжу винищувача. Безпілотник повітряного старту є дроном-камікадзе, що, окрім бойової частини, обладнаний силовою установкою, оптичною системою, датчиками навігаційної системи і елементами штучного інтелекту. Його запуск можливий як із зовнішніх штатних авіаційних катапультних пристроїв типу АКУ-58, так і з універсальних внутрішньофюзеляжних катапультних пристроїв типу УВКУ-50. Турбореактивний двигун забезпечує дрону політ на висотах від 0 до 8000 метрів зі швидкістю від 0,11 до 0,6 числа М. Бойова частина може бути різною – фугасною, осколково-фугасною, запалювальною чи кумулятивною.

Управління ударного БпЛА може здійснюватися як оператором дистанційно, так і самостійно із застосуванням інтелектуальної системи пошуку і наведення на базі навчених нейромереж. Пілот літака-носія не має можливості втручатися в управління дрону. БпЛА здатен здійснювати автономний пошук цілей і самостійно приймати рішення на ураження цілей, що дозволяє літаку-носію не заходити в зону дії протиповітряної оборони противника.

Разом з тим, принцип використання важких багатоцільових винищувачів в якості носія на порядок дешевших дронів, досить суперечливий. Адже при цьому руйнується сама ідея застосування дешевих дронів – збереження вартісного літака та життя екіпажу там, де завдання зможе виконати дрон. Тобто, ризик втрати носія через можливість застосування дрону ставить під сумнів саму концепцію їх сумісного застосування. Можливі збитки явно переважають можливі здобутки.

Альтернативою цьому є комбіновані ракетно-дронові удари, на кшталт тих, що вже давно застосовують війська агресора під час ведення бойових дій в Україні. Відносно примітивні дрони-камікадзе типу Shahed ("Герань -2"), що масовано запускаються з наземних установок разом з крилатими ракетами із стратегічних бомбардувальників Ту-22М3 та Ту-95, виснажують систему протиповітряної оборони Сил оборони України.

Якщо ж розглядати ситуацію безпосередньо в тактичній ланці, то для доставки ударних БпЛА за лінію бойового зіткнення (чи на певну відстань до неї) і послідуєчого виявлення цілей цими БпЛА, більш доцільно використовувати не пілотовані літальні апарати, а безпілотні.

Традиційно дрони-камікадзе запускаються з пускових установок, розміщених на базі кузова автомобіля, як правило, вантажівки або пікапу. Це забезпечує необхідну мобільність для пуску та швидкої евакуації після запуску. Однак, використання повітряних носіїв для запуску дронів значно збільшує дальність застосування ударних БпЛА.

За інформацією з відкритих джерел, у вересні 2024 року в ході бойових дій російська армія вперше застосувала FPV-дрони на відстані, що вдвічі переважає звичайну, а саме на дистанції у понад 40 км від лінії бойового зіткнення. Це сталося завдяки застосуванню БпЛА літакового типу в якості носія – "авіаматки", розмістивши на ньому декілька FPV-дронів в якості озброєння. При цьому носій одночасно виступав і в якості розвідника, який визначав об'єкти атаки, і в якості ретранслятора сигналів управління. Завдяки малій відстані від FPV-дронів до ретранслятора, це значно ускладнило роботу засобів РЕБ Сил оборони України по їх знешкодженню. Якщо систему "авіаматка" - FPV-дрон буде масовано впроваджено у практику військ, це виведе і без того значну роль FPV-дронів на новий, більш високий рівень [3].

За думкою авіаційних експертів, скоріш за все в ролі "авіаматки" росіяни використали БпЛА "Пчелка", який за конструкцією є апаратом гібридного типу, що поєднує планер та квадрокоптер з можливістю вертикального злету та приземлення. Горизонтальний політ відбувається по-літаковому завдяки двигуну внутрішнього згорання [4].

Ідея використання безпілотних літальних апаратів літакового типу в якості "авіаматки" висувалась росіянами і раніше. Так, в травні 2023 року російська компанія "Связь Спецзащита"

представила БпЛА "Адмирал-Авианосец", який за заявами виробника міг нести на собі два FPV-дрони із загальним навантаженням до 8 кг. Однак, про його запуск в серію не повідомлялось [5].

Разом з тим, в Україні ще в липні 2024 року повідомлялось про створення FPV-дрону під назвою "Королева шершнів", який отримав символічне звання найбільшого FPV-дрону України. Його особливістю є те, що завдяки великій вантажопідйомності у 9,5 кг він може виконувати не лише задачі бомбардувальника, а й логістичного дрона. Окрім цього, "Королева шершнів" здатна виконувати завдання з дистанційного мінування місцевості, виступати в якості ретранслятора і виконувати роль носія менших FPV-дронів, тобто бути тією ж самою "авіаматкою".

Заявлялося, що на той час на фронті вже працювало більше сотні таких дронів, і ще стільки ж перебувало у виробництві. Спільнота "Дикі шершні" (розробник безпілотної) повідомляла і про роботу над новою версією цього дрона, який матиме нову раму, спецзв'язок та буде нести вдвічі більше бойової ваги, тобто близько 18 кг. Конкретні факти бойового застосування дрону "Королева шершнів" не наводяться у відкритому доступі, але сам факт його існування та застосування підтверджує спроможність Сил оборони України знаходитись на передових позиціях розвитку і застосування військових безпілотних авіаційних систем [6].

Список використаних джерел:

1. [https://topcor.ru/46613-istrebitel-ili-dron-kakoj-nositel-optimalnej-dlja-udarnyh-bespilotnikov.html].
2. Корнієнко А.П. Застосування військово-транспортних літаків у ролі носіїв ракетного озброєння / А.П. Корнієнко, Ю.В. Скорий, Р.В. Лященко // Матеріали III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків ОБТ" 15-16 листопада 2023 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – С. 67-69.
3. https://topwar.ru/250240-obnulil-okopnuju-rjeb-rossijskie-voennye-dostavili-fpv-drony-k-pozicijam-vs-u-s-pomoschju-aviamatki.html.
4. https://focus.ua/uk/digital/635073-rosiyani-zastosovuyut-na-fronti-bpla-pchelka-nese-retranslyator-ta-skidaye-fpv-droni-video
5. https://topcor.ru/47349-rossijskie-voennye-zagovorili-o-neobhodimosti-sozdaniya-bespilotnikov-aviamatok.html
6. https://defenceua.com/photo/najbilshij_ukrajinskij_fpv_dron_koroleva_shershniv_bomber_kamikadze_miner_ta_navit_matka-321.html

Корнієнко Анатолій Петрович к.т.н., с.н.с., начальник науково-дослідної лабораторії, e-mail: korney-2008@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4343-519X>, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Скорий Юрій Володимирович, к.т.н., провідний науковий співробітник, e-mail: skory1971@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0006-8028-2571>, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Лященко Руслан Вікторович, старший науковий співробітник, e-mail: ruslannayka1209@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0007-3384-9894> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Korniienko Anatolii Petrovych, PhD in Engineering, Senior Researcher, Head of the research laboratory, e-mail: korney-2008@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4343-519X>, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska St., 77/79, Kharkiv, 61023, Ukraine.

Skoryi Yurii Volodymyrovych, PhD in Engineering, Leading Researcher, e-mail: skory1971@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0006-8028-2571>, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska St., 77/79, Kharkiv, 61023, Ukraine.

Liashchenko Ruslan Viktorovich, Senior Researcher, e-mail: ruslannayka1209@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0007-3384-9894>, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumska St., 77/79, Kharkiv, 61023, Ukraine.

Н .О. Герман, Д. В. Сніжко

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІТАКА МІГ-29 НА ПАРМ-2М

Анотація: беручи до уваги досвід експлуатації літака МіГ-29 та катастрофи 2008 року, яка відбулася внаслідок тріщин і розташування металу в силових елементах планера і руйнування заклепок обшивки, в результаті корозії металу, доцільно провести аналіз умов експлуатації літака МіГ-29 та розглянути шляхи удосконалення технологічного процесу ремонту при виявленні скритої корозії із застосуванням, пересувної авіаційної ремонтної майстерні ПАРМ-2М.

Ключові слова: експлуатація, технологічний процес, скрита корозія.

Abstract: taking into account the experience of operating the aircraft MiG-29 and the disaster of 2008 which occurred as a result of cracks and the location of metal in the power elements of the airframe and the destruction of rivets of the skin as a result of metal corrosion it is advisable to conduct an analysis of the operating conditions of the MiG-29 aircraft and to consider ways of improving the technological repair process in case of detection of hidden corrosion using the mobile aircraft repair shop PARM-2M.

Key words: operation, technological process, hidden corrosion.

Повітряні Сили Збройних Сил України відіграють важливу роль у захисті суверенітету й територіальної цілісності держави в умовах тривалого військового конфлікту з російською федерацією. Їхня діяльність зосереджена на виявленні, протидії та відстороненні ворожих нападів, а також захист повітряного простору України. У рамках цих завдань українська авіація активно залучається до оборонних операцій. Успіх багатьох завдань залежить від можливостей та надійності літальних апаратів, що робить модернізацію літаків Повітряних Сил ЗСУ однією з пріоритетних задач.

В результаті проведених аналізів умов експлуатації літака МіГ-29 із застосуванням пересувної авіаційної ремонтної майстерні ПАРМ-2М розроблені рекомендації по удосконаленню технологічного процесу ремонту планера літака при виявленні скритої корозії.

Запропоновано методи боротьби з корозією за допомогою установки пікоструйного апарату на ПАРМ-2М. Це дозволить очищати обшивку, без порушення структури та товщини поверхні. Скоротиться тривалість очищення та підготовки поверхні для клеपालних, лакофарбових та інших робіт.

В результаті проведеного аналізу приведені графіки впливу корозії на алюмінієві сплави які описують виявлену закономірність з величиною середнього квадратного відхилення 0,81.

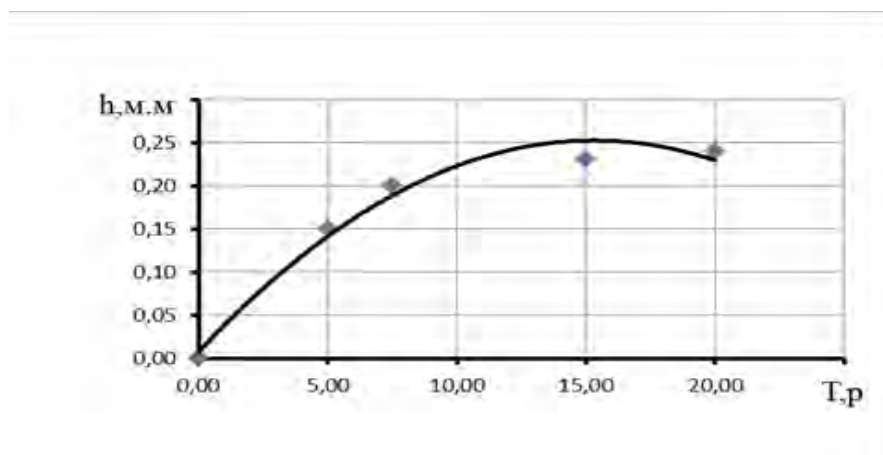


Рис. 1. Розвиток пітинга в глибину

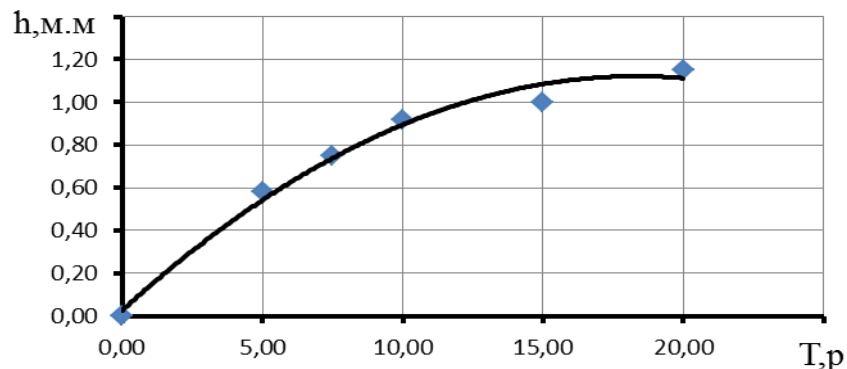


Рис. 2. Розвиток пітинга в ширину

Спостерігається, що швидкість корозії після 10 років сповільнюється і корозійні втрати визначаються в основному за рахунок виникнення нових більш дрібних руйнувань обшивки повітряного судна та проникає за 20 років в глибину на 0,23 мм; 1,14 мм.

Проаналізовано правила безпечної роботи з інструментами та пристроями на ПАРМ-2М та запропоновано установку громовивідника (L=7,5м).

Запропоновано бронювання кабіни льотчика для захисту його при виконанні завдань на малих висотах при веденні противником вогню малокаліберною зброєю в ході проведення повномасштабного вторгнення, потрібна площа бронювання складає 1,85, маса 1,85 квадратного метра керамічної броні буде складати 74 кг, для захисту від калібру 7,62 мм, та 129,5 кг для захисту від калібру 12,7 мм.

Розроблені практичні рекомендації по оснащенню ПАРМ-2М, піскоструйним апаратом, актуально встановити на всі види ПАРМ.

Піскоструйний апарат, дозволяє очищати повітряні судна, без порушення структури та товщини поверхні. Крім того, перехід на сухий спосіб очищення верхніх шарів унеможливує дію робочих токсичних хімічних речовин на обшивку повітряного судна, які використовуються при стандартному очищенні від корозії і виключає витрати пов'язані з утилізацією небезпечних відходів. Також скорочується тривалість очищення та підготовки поверхні інших робіт.

Список використаних джерел:

1. Державна програма розвитку Збройних Сил України на 2006-2011 роки. Основні положення.
2. Досвід та особливості застосування авіації ПС ЗСУ: метод. посіб./під заг.керівництвом А.М.Алімпієва - Харків: ХНУПС, 2016
3. Бренько А.А., Іванов Є.Г., Тучин А.Н. фактори корозії літакових конструкцій. Інформаційний листок. Центр Науково-технічної інфоривації 2001
4. Жук Н.П. Курс теорії корозії: Хімія, 1977, 350 с. Заявка РБ 1881 МПКВ,1996.

Герман Наталія Олексіївна – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: comfyuser041018@gmail.com.

Сніжко Дмитро Володимирович – викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: dimasnezhko68@gmail.com.

Herman Nataiia Oleksiivna – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: comfyuser041018@gmail.com.

Snezko Dmytro Volodymyrovych – teacher of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: dimasnezhko68@gmail.com.

О. М. Олійник, Д. А. Григоров

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕРТОЛЬОТУ Mi-8MT

Анотація: У дослідженні розглядаються експлуатаційні властивості та можливості підвищення ефективності використання вертольота Mi-8MT, одного з найпоширеніших і найбільш універсальних вертольотів у світі. Метою роботи є аналіз технічних та експлуатаційних характеристик, які визначають продуктивність вертольота в різних умовах, а також розробка рекомендацій для підвищення його ефективності та економічності.

Ключові слова: Вертоліт Mi-8MT, експлуатаційні властивості, ефективність використання, модернізація, технічне обслуговування, економічність.

Annotation: The study examines the operational properties and possibilities of improving the efficiency of the Mi-8MT helicopter, one of the most common and versatile helicopters in the world. The purpose of the work is the analysis of technical and operational characteristics that determine the performance of the helicopter in various conditions, as well as the development of recommendations for increasing its efficiency and economy.

Keywords: Mi-8MT helicopter, operational properties, efficiency of use, modernization, maintenance, economy.

Тема ефективного використання вертольоту Mi-8MT є надзвичайно важливою у сучасних умовах, коли вертольотам належить виконання широкого спектру завдань як у військовій, так і в цивільній сферах. Завдяки своїй універсальності, висотним і навантажувальним характеристикам, вертоліт Mi-8MT є незамінним для транспортування, евакуації, рятувальних операцій, забезпечення логістики та виконання спеціальних завдань в сучасних умовах. З перших днів повномасштабного російського вторгнення інтенсивно застосовується вертоліт Mi-8MT, за час ведення бойових дій виникла потреба дослідження ефективності вертольоту в бойових діях, яка залежить від багатьох факторів, що стосуються як технічних характеристик, так і тактичних умов його використання. Основні чинники, які впливають на ефективність у бойових умовах є технічні характеристики а саме потужність і надійність двигунів, маневреність і стабільність у польоті, вантажопідйомність, озброєння. Також велику роль відіграє система захисту вертольоту яка включає в себе бронювання, системи протиракетної оборони, стійкість до кліматичних умов. Було проведено аналіз експлуатаційних властивостей які значною мірою впливають на ефективність використання вертольоту, виконання ним завдань за призначанням в сучасних бойових діях. За таких умов використання вертольоту виникла необхідність проведення досліджень і аналізу експлуатаційних властивостей та розробка заходів щодо підвищення ефективності використання вертольоту.

При проведенні аналізу конструкційних особливостей вертольоту Mi-8MT, його льотних та технічних характеристик, а також основних факторів, що впливають на довговічність і надійність вертольоту під час експлуатації за всіх умов його використання. Особлива увага приділяється питанням оптимізації витрат палива, вдосконаленню технічного обладнання та експлуатаційного обслуговування з метою зменшення експлуатаційних витрат, підвищення безпеки польотів та забезпечення високої надійності при виконанні завдань. Також дане дослідження включає розробку практичних заходів з підвищення ефективності експлуатації вертольоту. Серед них впровадження новітніх технічних рішень, таких як оновлені системи навігації та управління, що можуть покращити точність і надійність операцій, оптимізація процедур технічного обслуговування, яка передбачає скорочення часу між оглядами та вдосконалення методик діагностики несправностей, вдосконалення методів підготовки екіпажу для підвищення рівня їхніх навичок у складних умовах.

Реалізація таких заходів дозволить забезпечити надійну та економічну експлуатацію вертольоту Mi-8MT, зменшити витрати на технічне обслуговування і підвищити його функціональні можливості. Це, своєю чергою, сприятиме кращій адаптації вертольоту до

різноманітних умов використання, підвищенню його безпеки та ефективності, що є надзвичайно важливим у контексті постійних змін сучасного операційного середовища. Для досягнення поставленої мети підвищення ефективності використання вертольоту Мі-8МТ можна застосувати такі методи:

1. Модернізація обладнання та систем вертольоту:

- Оновлення навігаційної та електронної системи. Встановлення сучасних систем GPS, автоматичного управління та моніторингу стану всіх основних систем дозволить підвищити точність навігації, полегшити управління і знизити навантаження на екіпаж.

- Модернізація двигуна та паливної системи. Використання двигунів нового покоління з покращеною паливною ефективністю та підвищеною надійністю може зменшити витрати пального і забезпечити вищу економічність експлуатації.

- Покращення системи проти обледеніння. Це дозволить розширити можливості використання вертольоту в суворих погодних умовах, зокрема в зонах низьких температур та високої вологості.

2. Оптимізація технічного обслуговування та діагностики:

- Впровадження прогностичного обслуговування. Застосування технологій прогнозування поломок за допомогою аналізу даних дозволить виявляти можливі несправності на ранніх стадіях та проводити обслуговування за станом, а не за графіком, що знизить витрати і підвищить готовність вертольоту до виконання завдань.

- Використання сучасних методів діагностики. Використання мобільних і стаціонарних систем для моніторингу стану двигуна, трансмісії та інших ключових вузлів дозволить скоротити час на обстеження та діагностику, а також підвищити точність виявлення несправностей.

3. Підвищення кваліфікації персоналу:

- Розробка спеціальних програм підготовки екіпажу. Проведення тренувань в умовах, наближених до реальних, та навчання екіпажу сучасним методам управління і реагування на позаштатні ситуації підвищить безпеку і продуктивність операцій.

- Підготовка технічного персоналу до обслуговування новітнього обладнання. Забезпечення технічного персоналу знаннями про нові технології і методи обслуговування вертольоту, що допоможе скоротити час на ремонтні роботи та зменшити ризики технічних несправностей.

4. Вдосконалення методів планування та управління польотами:

- Впровадження систем оптимізації маршруту. Вибір найбільш економічних маршрутів з урахуванням погодних умов, висотних перепадів та інших факторів дозволить зменшити споживання пального та підвищити ефективність виконання завдань.

- Розробка методик для оптимального розподілу навантаження. Це дозволить максимально використовувати вантажопідйомність вертольоту без перевантаження систем, що подовжить ресурс його вузлів та агрегатів.

5. Використання інноваційних матеріалів та конструкцій:

- Впровадження полегшених матеріалів для зниження маси вертольоту. Заміна окремих компонентів на композитні або інші легкі матеріали допоможе знизити загальну масу вертольоту, що призведе до зменшення витрат пального і підвищення маневреності.

- Покращення аеродинаміки. Вивчення і модернізація аеродинамічних характеристик вертольоту дозволить знизити опір повітря, що також сприятиме економії пального і підвищенню ефективності польотів.

Застосування цих методів дозволить не лише підвищити експлуатаційну ефективність та надійність вертольоту Мі-8МТ, а й знизити витрати на його обслуговування, що сприятиме економічній доцільності його використання в широкому спектрі завдань.

Висновок: Дослідження експлуатаційних властивостей вертольоту Мі-8МТ та впровадження заходів для підвищення його ефективності є важливими кроками для покращення функціональних можливостей цього повітряного судна. Завдяки модернізації обладнання, оптимізації технічного обслуговування, вдосконаленню підготовки персоналу та використанню сучасних технологій можливо суттєво підвищити надійність, економічність і продуктивність вертольоту. Комплексний підхід до вдосконалення експлуатаційних

характеристик Мі-8МТ сприяє продовженню терміну служби вертольоту, розширенню можливостей його використання в різних умовах та забезпеченню високої ефективності виконання поставлених завдань як у військовій, так і цивільній сферах. Це робить вертоліт Мі-8МТ ще більш привабливим і конкурентоспроможним вибором у сучасних операційних умовах.

Список використаних джерел:

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984.
2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
4. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
5. Тищенко М.Н. Вертольоти / М.Н. Тищенко. – М.: Машинобудування, 1982.
6. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузів / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.
7. Наказ Міністра Оборони №343 від 05.07.2016 року Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. – К. 2016.
8. Бойовий досвід застосування військових частин та підрозділів родів військ ПС ЗС України (збір. мат. за результатами участі ПС ЗС України в ході АТО на сході України): збірник матеріалів / С. С. Дроздов, В. В. Коваль, О. С. Котляр та ін.; під заг. кер. Ю. А. Байдака. – Вінниця: Командування ПС ЗС України, 2015.

Олійник Олег Миколайович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м.Харків, Україна;

email: onik74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>

Григоров Данійл Антонович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна;

email: grigoroff10@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3104-0387> .

Oliynyk Oleg Mykolayovych – senior lecturer of the department of engineering and aviation support of the engineering and aviation faculty, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, Ukraine;

email: onik74@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>

Grigorov Daniil Antonovych – student of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba; Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine;

email: grigoroff10@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3104-0387> .

О. В. Кулешов, О. В. Коломійцев, С. І. Клівець, Т. В. Кулешова

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БОРОТЬБИ З БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПРОТИВНИКА В ПІДРОЗДІЛАХ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Анотація: розглянуто відмінності безпілотних літальних апаратів противника у порівнянні з типовими повітряними цілями для підрозділів протиповітряної оборони Сухопутних військ. Запропоновано пропозиції щодо удосконалення організації боротьби з безпілотними літальними апаратами противника в підрозділах протиповітряної оборони Сухопутних військ в сучасних умовах.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, зенітний ракетний комплекс, організація боротьби, система зенітного вогню.

Abstract: The differences of the enemy's unmanned aerial vehicles in comparison with typical air targets for air defense units of the Ground Forces are considered. Proposals for improving the organization of the fight against enemy unmanned aerial vehicles in the air defense units of the Ground Forces in modern conditions are offered.

Keywords: unmanned aerial vehicle, anti-aircraft missile complex, organization of struggle, anti-aircraft fire system.

Широкомасштабна збройна агресія російської федерації (рф) проти України на сьогодні характеризується активним застосуванням безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для вирішення завдань повітряної розвідки, корегування вогню артилерії, виявлення та ураження об'єктів критичної інфраструктури держави, а також зростанням ролі засобів протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ (СВ) щодо боротьби з БпЛА противника, що потребує розглядання питання удосконалення організації боротьби підрозділів ППО СВ з БпЛА.

Організацію боротьби підрозділів ППО СВ з БпЛА противника у порівнянні з типовими повітряними цілями ускладнюють суттєві відмінності за рахунок наступних чинників [1]:

- малі геометричні розміри та мала ефективна площа розсіювання (ЕПР) БпЛА;
- мала акустична помітність БпЛА, що обладнані електричними двигунами;
- двигуни внутрішнього згорання БпЛА мають мале температурне випромінювання, що ускладнює наведення зенітних ракет з тепловими головками самонаведення;
- можливість БпЛА діяти автономно вдень та вночі;
- передача інформації з координатною прив'язкою у режимі реального часу;
- наявність демаскуючих ознак у оптичному діапазоні;
- наявність програмованої траєкторії польоту БпЛА, яка закладається до старту.

З урахуванням досвіду відбиття широкомасштабної збройної агресії з боку рф можливо запропонувати наступні пропозиції щодо удосконалення організації боротьби з БпЛА противника [2], [3]:

– створення ешелонованої системи зенітного ракетно-артилерійського вогню, що включає як різноманітні зенітні ракетні комплекси (ЗРК) “Оса-АКМ”, “Стріла-10М”, зенітні гарматно-ракетні комплекси (ЗГРК) “Тунгуска-М”, переносні ЗРК (ПЗРК) “Игла-1”, зенітні артилерійські комплекси (ЗАК) “ЗУ-23-2”, що є у наявності, так і комплекси, що надані країнами-партнерами України;

– планування зенітного вогню з урахуванням особливостей рельєфу місцевості та необхідності побудови безпровальної суцільної зони зенітного вогню в усьому діапазоні висот та з будь-яких напрямків польотів БпЛА;

– побудування бойових порядків підрозділів ППО СВ на місцевості, при цьому, обрати найбільш придатні стартові та вогневі позиції з урахуванням максимально можливої реалізації розвідувальних та вогневих можливостей зенітних комплексів;

– модернізація існуючих засобів ППО СВ – ЗРК, ЗГРК, ЗАК та ПЗРК на користь підвищення ефективності боротьби з БпЛА;

- завчасне призначення для ведення зенітного вогню по малорозмірних БпЛА вогневих засоби ППО з числа ЗРК, ЗГРК, ЗАК та ПЗРК здатних ефективно виявляти та обстрілювати БпЛА з малими ЕПР;
 - використання мобільних тактичних змішаних зенітних (вогневих) груп, в яких використовуються ЗРК з різними технічними характеристиками, принципами побудови, методами та способами стрільби у залежності від умов обстановки;
 - використання окремих бойових машин ЗРК “Оса-АКМ”, “Стріла-10” у якості “кочуючих” та із засідок;
 - використання на пості повітряного спостереження і оповіщення (ППСО) комплексно засобів виявлення – тепловізорів, біноклів, стереодалекомірів та даних оповіщення від сусідніх підрозділів;
 - використання виїзних ППО на напрямках, де не реалізуються зони виявлення радіолокаційних засобів;
 - виключення безсистемного обстрілу БпЛА з стартових (вогневих) позицій підрозділів ППО СВ;
 - врахування того, що найбільш ефективну стрільбу по БпЛА у денний час демонструють ЗРК “Стріла-10М”, у нічний час – ЗРК “Оса-АКМ”, зенітні установки ЗУ-23-2, кулемети та снайпери;
 - дотримання режиму повного радіомовчання до початку активних бойових дій;
 - увімкнення передавачів вогневих засобів ППО СВ виконувати вже при знаходженні БпЛА у зоні ураження;
 - використання телевізійного оптичного візиту та ППО, як основного засобу розвідки, при стрільби у день, в умовах доброї видимості;
 - створення оманних позицій (по 2-3 на батарею) з метою введення в оману повітряного противника та змушення його діяти на вигідних для засобів ППО СВ напрямках;
 - встановлення при появі БпЛА димових завіс, що зменшує чутливість бортових тепловізорів;
 - обирання вогневих (стартових) позицій засобів ППО СВ з урахуванням очікуваної траєкторії руху БпЛА.
- Таким чином, висвітлені основні пропозиції щодо удосконалення організації боротьби з БпЛА противника у підрозділах ППО СВ в сучасних умовах.

Список використаних джерел:

1. Ярош С.П., Гур'єв Д.О. Аналіз розвитку безпілотних літальних апаратів, способів їх бойового застосування та розробка пропозицій щодо організації ефективної боротьби з безпіотною авіацією. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 2(43). С. 54-60. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.43.07>
2. Кулешов О.В., Клівець С.І., Кулешова Т.В., Коломійцев О.В. Шляхи удосконалення системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповань військ від ударів безпілотних літальних апаратів противника силами та засобами протиповітряної оборони Сухопутних військ. *Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції*, м. Львів, 17-18 травня 2023 р. Львів: НАСВ, 2023. С. 146-147.
3. Коломійцев О.В., Сайко В.Г., Комаров В.О., Кулешов О.В., Гетьман А.В. Пропозиції щодо підвищення ефективності протидії засобами протиповітряної оборони безпілотним літальним апаратам. *Contemporary challenges of society and ways to overcome them: proceedings of the IV International scientific and practical conference*, January 30 - February 02, 2024. Tallinn, Estonia. International Science Group, 2024. С. 249-258.

Кулешов Олександр Васильович – канд. військ. наук, доцент, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, e-mail: veshk.363@gmail.com, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8223-3814> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023.

Коломійцев Олексій Володимирович – докт. техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, e-mail: alexus_k@ukr.net, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8228-8404> Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61002.

Клівець Сергій Іванович – канд. техн. наук, науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, e-mail: veshk.363@gmail.com, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8109-0639> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023.

Кулешова Тетяна Василівна – науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, e-mail: veshk.363@gmail.com, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7404-109X> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023.

Kuliashov Oleksandr – PhD in Military Candidate of Military Sciences Associate Professor Lead Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, email :veshk.363@gmail.com, Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8223-3814> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, str. Sumska 77/79, Kharkiv, 61023.

Kolomiitsev Oleksii – Honored Inventor of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, email: alexus_k@ukr.net, Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8228-8404> National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, str. Kirpychova 2, Kharkiv, 61002.

Klivets Sergii – Cand. Sc. (Eng.), research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, email: veshk.363@gmail.com, Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8109-0639> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, str. Sumska 77/79, Kharkiv, 61023.

Kuliashova Tetiana – research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, email: veshk.363@gmail.com, Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7404-109X> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, str. Sumska 77/79, Kharkiv, 61023.

П. Я. Бондаренко, В. В. Мартиненко, В. А. Юхно, В. Є. Сула

ТЕПЛОВІЗІЙНИЙ ДРОН

***Анотація.** В розглянуто та подано перспективу використання тепловізійних дронів.*

Ключові слова: БПЛА, ГСН, моноплан.

***Abstract.** The perspective of the use of thermal imaging drones is considered and presented..*

Keywords: UAV, HH, monoplane.

Безпілотні літальні апарати (далі БПЛА) мають широке використання у цивільному житті так саме, як у військовій сфері, з початком повномасштабного вторгнення в Україну 2022 р. ми зіткнулися з технологічною гонкою озброєнь, за для забезпечення ефективного ураження техніки та живої сили ворога почали використовувати дрони-камікадзе, які вносять свій відбиток на полі бою.

Актуальність роботи полягає в тому аби під час проведення атак FPV дронів ворог не міг захиститись засобами радіоелектронної боротьби (далі РЕБ) та метеоумови не впливали на наведення дрона та уникати при цілевказанні проблем наведення.

Метою роботи є створити модель дрона з тепловізійною головкою самонаведення (далі ГСН) та розробити алгоритм дії пускового модуля некерованої ракети.

БПЛА поділяються на типи, в яких кількість двигунів і їх розташування відносно один одного впливають на польотні характеристики безпілота: напрямок польоту, баланс, підйомна сила, швидкість, стійкість і тд. Розрізняють такі типи мультироторних безпілотників за кількістю двигунів: квадрокоптер, гексакоптер, октокоптер, декакоптер і типу моноплан.

По конфігурації (розташуванням) двигунів, щодо базового напряму польоту: I, V, Y і співвісні модифікації. Так само зустрічаються моделі безпілотників, з непарним кількістю двигунів, але з огляду на більш низькій стабільності, вони не отримали широке розповсюдження. У даній роботі буде розглянуто дрон типу моноплан. Він відрізняється не високою складністю проектування, невеликими витратами матеріалу для вирізки рами, простотою збірки і транспортування.

При польоті такий безпілотник чудово демонструє себе збалансованим енергоспоживанням і хорошою стабільністю, високою вантажопідйомності і швидкості.

Моноплан з тепловізійною головкою самонаведення виконує завдання зі знищення техніки ворога та руйнуванні фортифікаційних споруджень на оперативному рівні бойових дій.

Нижче наведені найбільш поширені матеріали виконання використовуються для виготовлення рам мультироторних дронів, відповідно список не повний. В ідеалі рама повинна бути жорсткою з мінімально можливою передачею вібрації.

Поролон (Піна) - як єдиний матеріал для виготовлення рам БпЛА використовується рідко, і як правило, в комбінації з жорстким каркасом або посиленою конструкцією. Також може застосовується в стратегічних цілях; в якості захисту несучих гвинтів (пропелерів), шасі, нерідко виступає в якості демпфера. Поролон може бути різних типів від м'якого до відносно жорсткого. Дерево - якщо в пріоритеті дешевизна конструкції, то дерево - це відмінний варіант, який значно скоротить час складання та виготовлення запасних частин. Деревина досить тверда і є перевіреним часом матеріалом. Важливо щоб при виготовленні рами використовувалася ідеально пряма деревина (без вигинів і деформації).

Пластик - для більшості користувачів доступний тільки у вигляді пластикових листів. Має тенденцію до вигину і як такої не ідеальний. Дуже добре підходить для виготовлення захисного каркаса або шасі. Якщо ви розглядаєте можливість 3D друку, слід враховувати часовий інтервал виготовлення (можливо простіше купити комплект дооснащення UAV frame kit). 3D друк деталей відмінно себе зарекомендувала при створенні невеликих квадрокоптера.

Алюміній - доходить до споживача в різних формах і розмірах. Ви можете використовувати листовий алюміній для виконання корпусу, або екструдований алюміній для реалізації променів дрона. Алюміній не такий легкий, в порівнянні з вуглецевим волокном або G10, зате ціна і довговічність виступають головними перевагами матеріалу. Замість руйнування або тріщин, алюміній має схильність до вигину. Для роботи з матеріалом потрібно тільки пила і дріль. Таким чином, на основі проведеного аналізу, деревно-стружкові матеріали відразу ж були відкинуті. У підсумку, для подальших розробок та розрахунків було вибрано: листовий дюралюміній Д16Т по ГОСТ 4784-97 1,5 мм; Вибір же матеріалу для стандартних кріпильних виробів (стійки і гвинти) проводився виключно з міркувань найменшої маси. Тому матеріалом для них був призначений нейлон, як володіє меншою щільністю в порівнянні з металевими матеріалами

Модель моноплан продемонстрована на рисунку 1

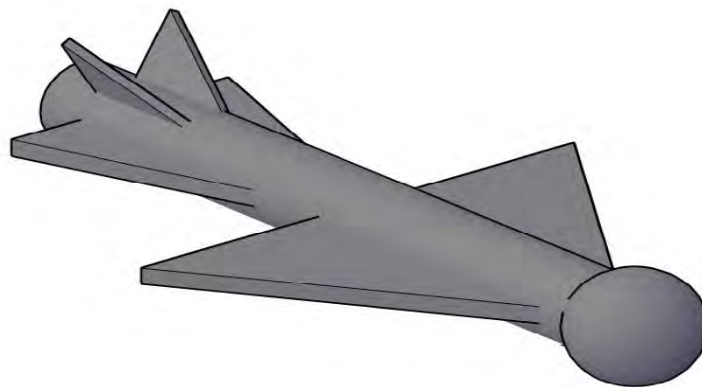


Рис. 1 – Моноплан з тепловізійною головкою самонаведення.

Такий безпілотник може стати ідеальним рішенням для локальної відео-фотозйомки і сканування, як всередині і зовні будівель, так і на відкритій місцевості і для доставки вантажів у важкодоступні місця також головним завданням стане знищення ворожої сили противника.

Під час виконання польоту слід вмикати автоматичний режим, тобто БПЛА слідуватиме на основі запрограмовані точки маршруту та програми польоту. Також слід подбати про режим так званої «атаки», цей режим ініціює удар. Встановивши автоматизований відеотрекер ми забезпечимо високу вірогідність вражати ціль без контролю оператора навіть після втрати зв'язку.

Для того аби протидіяти радіоелектронній боротьбі (далі РЕБ) потрібно вжити відповідні заходи, а саме здійснювати електронну розвідку, тобто виявляти та аналізувати сигнал РЕБ противника для того аби уникнути його впливу та здійснити ефективне маневрування. Слід використовувати шифрування даних, використовувати складні алгоритми шифрування для захисту комунікаційних ліній.

Для того аби дрон не змогли заглушити потрібно використовувати перемикання частот, тобто за допомогою динамічного зміщення робочих частот ми можемо уникнути глушіння. Ефективно використовувати захисні екрани з матеріалів, що поглинають або відбивають радіосигнали для зменшення ймовірності виявлення.

Для того аби захистити від збиття потрібно використовувати теплові пастки тому, що використання піротехнічних засобів, що створюють теплові сигнали для відволікання ракет з інфрачервоним наведенням. Спеціальні матеріали і покриття, що знижують тепловий підпис БПЛА чудово поєднуються з тепловими пастками, що значно знижує ризик збиття. Також слід використовувати двигуни холодного типу, що виділяють мінімум тепла, для зменшення помітності в інфрачервоному спектрі.

Для уникнення збиття БПЛА слід маневрувати, тобто програмування БПЛА на виконання складних траєкторій польоту для ускладнення влучання. На підльоті до цілі спрацьовують двигуни для того аби зменшити ймовірність знищення БПЛА на підході до цілі. Вмикання додаткових двигунів на підльоті до цілі для швидкого маневрування та зменшення ймовірності знищення чудово доповнює захист БПЛА.

Провівши аналіз різних типів БПЛА було запропоновано та розроблено модель дрона типу моноплана для використання в оперативно-тактичній зоні бойових дій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Стратегії розвитку вітчизняної авіаційної промисловості на період до 2020 року : розповсюдження Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2008 р. № 1656-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://surl.li/cybrsd>
2. Техніка авіаційна військової призначеності. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни, визначення понять і класифікація : ДСТУ В 7371:2020 : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://surl.li/ogvevz>
3. Тимочко О.І. Класифікація безпілотних літальних апаратів / О.І. Тимочко, Д.Ю. Голубничий, В.Ф. Третяк, І.В. Рубан // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – Вип. 1(9) – С. 61.

Бондаренко Павло Якович – старший викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, ORCID 0009-0004-4223-4451, м. Вінниця, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Мартиненко Віталій Вікторович – студент групи ТЕ-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, група 04-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Юхно Віталій Анатолійович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 1970yva@ukr.net

Сула Володимир Євгенович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sula72@ukr.net

Bondarenko Pavlo Yakovych – Senior Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, ORCID 0009-0004-4223-4451, Vinntsia, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Martynenko Vitalii V. – student of group TE-21b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, group 04-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Yukhno Vitaly Anatoliyovych – senior lecturer of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan KozhedubKharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, e-mail: 1970yva@ukr.net

Sula Volodymyr Yevhenovych – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: sula72@ukr.net

В. О. Паращук, О. Б. Аніпко

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА СТАН СТРІЧКИ КРІПЛЕННЯ КІЛЯ ЛІТАКА МІГ-29

***Анотація:** у даній доповіді аналізується вплив експлуатаційних факторів на стан стрічки кріплення кіля літака МіГ-29. Вивчено механізми впливу навантажень, вібрацій, температурних коливань та корозійних процесів на матеріали кріплення. Оцінка зміни стану стрічки кріплення кіля проведена на основі аналізу навантажень і факторів навколишнього середовища, що дозволяє розробити рекомендації щодо вдосконалення технічного обслуговування та експлуатації літаків. Результати дослідження можуть бути корисними для забезпечення безпеки польотів та продовження терміну служби авіаційної техніки.*

***Ключові слова:** МіГ-29, стрічка кріплення, кіль літака, експлуатаційні фактори, вібрації, корозія, надійність, безпека польотів, втома матеріалу, клепальне з'єднання, напружено-деформований стан, залишкова деформація.*

***Abstract:** This report analyzes the influence of operational factors on the condition of the MiG-29 keel fastening tape. The mechanisms of influence of loads, vibrations, temperature fluctuations and corrosion processes on fastening materials were studied. The assessment of the change in the state of the keel fastening tape was carried out on the basis of the analysis of loads and environmental factors, which allows for the development of recommendations for improving the maintenance and operation of aircraft. The results of the research can be useful for ensuring flight safety and extending the service life of aviation equipment.*

***Key words:** MiG-29, fastening tape, aircraft keel, operational factors, vibration, corrosion, reliability, flight safety, material fatigue, riveted joint, stress-strain state, residual deformation.*

Дослідження впливу експлуатаційних факторів на стан стрічки кріплення кіля літака МіГ-29 розкриває комплексні механізми, які впливають на надійність стрічки кріплення, що забезпечує стабільність кіля, піддається численним навантаженням, включаючи статичні і динамічні навантаження, які виникають під час зльоту, посадки та в польоті. Ці навантаження викликають вібрації, що можуть призводити до механічних пошкоджень, таких як втома матеріалу і формування мікротріщин.

Температурні коливання, що відбуваються під час експлуатації повітряного судна, також значно впливають на характеристики матеріалів. Високі температури можуть призводити до термічного розширення, що в свою чергу викликає додаткові напруження у стрічці, як наслідок призводить до статичних деформацій клепаного з'єднання. З часом це може призводити до зниження його несучої здатності.

Оцінка зміни стану стрічки кріплення кіля проведена на основі аналізу навантажень і факторів навколишнього середовища в діапазоні температур від -60° до $+74^{\circ}$, виконаний аналіз напружено-деформованого стану заклепки, показано що з урахуванням особливості розміщення внутрішньої сторони стрічки утворюється замкнений простір де може накопичуватися конденсат який при взаємодії з оксидами, азотами та сірки в повітрі утворює азотну азотисту та сірчану кислоту які негативно впливають на елементи конструкції.

Крім механічних і термічних факторів, важливу роль відіграють корозійні процеси. Корозія призводить до втрати матеріалу, що знижує загальну міцність і може стати причиною пошкодження матеріалу та його руйнування під впливом навантажень.

На основі отриманих результатах розроблені організаційно технічні заходи щодо профілактики пошкоджень та руйнування стрічки кріплення кіля літака МіГ-29, які включають в себе статичні і динамічні випробування стрічок кріплення, а також моделювання умов експлуатації. Це дозволило визначити критичні режими, які найчастіше призводять до зниження надійності.

Результати дослідження вказують на необхідність впровадження системи моніторингу стану стрічки, що включає регулярні перевірки на наявність механічних пошкоджень та корозії. Рекомендації щодо технічного обслуговування мають включати регулярну оцінку навантажень та впливів, адаптуючи процедури до конкретних умов експлуатації, аналіз який повинен виконуватися із застосуванням даними об'єктивного контролю.

Виявлено, що корозія та динамічні навантаження є основними факторами, що знижують механічні властивості стрічки кріплення.

Вносяться заходи для покращення стійкості стрічки кріплення:

- застосування нових антикорозійних покриттів і регулярний контроль стану кріплення;
- впровадження нових матеріалів з покращеною стійкістю до корозії;
- регулярні технічні огляди для виявлення тріщин та інших дефектів;
- використання амортизувальних матеріалів у конструкції кріплення для зменшення впливу вібрацій.

Список використаних джерел:

1. Остромов, А. П. (2018). *Авіаційна техніка: проблеми та рішення*. Київ: Наукова думка.
2. Сидоренко, В. Г. (2017). *Матеріали та технології в авіації*. Харків: ХНУПС.
3. Бондаренко, І. В. (2019). Вплив корозії на експлуатаційні характеристики авіаційних систем. *Журнал авіаційних технологій*, 12(3), 45-52.
4. Коваленко, С. А. (2020). *Технологічні аспекти обслуговування авіаційної техніки*. Львів: Видавництво ЛНУ.
5. Петров, О. М., & Грищенко, Ю. І. (2021). Дослідження втоми матеріалів у авіації. *Науковий вісник НТУ*, 8(4), 67-72.
6. Гончаренко, А. С. (2016). *Авіаційні системи: принципи надійності та безпеки*. Харків: ХНУПС.

Паращук Віктор Олександрович – Бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба м. Харків, e-mail: victorparashuk@gmail.com.

Олег Борисович Аніпко – д.т.н., професор, Професор кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: victorparashuk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3678-2529>.

Parashshuk Viktor - Bachelor of Aviation Transport, Masterstudentin, E-Mail: victorparashuk@gmail.com, Charkiw National University of the Air Force, benannt nach ihr Ivan Kozheduba, Charkiw e-mail: victorparashuk@gmail.com.

Oleg Borysovych Anipko - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Aviation Engineering, Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: victorparashuk@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3678-2529>.

В. Д. Карлов, А. Є. Присяжний, С. Г. Леушин

АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЛЕЦЬКОЮ ЗБРОЄЮ

Анотація: аналізуються основні недоліки існуючих систем наведення стрілецької зброї та великокаліберного озброєння при застосуванні для боротьби з наземним супротивником, ураження повітряних цілей та оборони військових об'єктів в Сухопутних військах, Національній гвардії, Прикордонних військах, Повітряних Силах та Військово-Морських Силах. Показані основні напрямки модернізації існуючих систем наведення стрілецької зброї та великокаліберного озброєння при їх застосуванні по наземним та надводним цілям та основні науково-технічні проблеми, які виникають при модернізації. Розглянута можливість здійснення дистанційного керування великокаліберним озброєнням. Проведений порівняльний аналіз можливих засобів технічної реалізації радіоелектронної апаратури та виконуючих механізмів систем дистанційного керування стрілецькою зброєю та великокаліберним озброєнням, показані їх недоліки та переваги.

Ключові слова: електромагніт, кроковий двигун, мікроконтролер, програмне забезпечення, відеокамера.

Annotation: The main shortcomings of the existing small arms and large-caliber weapons guidance systems are analyzed when applied to combat the ground enemy, attack air targets and defend military facilities in the Ground Forces, National Guard, Border Forces, Air Force and Navy. The main directions of modernization of the existing guidance systems of small arms and large-caliber weapons when they are used for land and surface targets are shown, as well as the main scientific and technical problems that arise during modernization, for example, all possible methods of remote control of small arms and large-caliber weapons should be developed without significant changes their design, primarily the trigger mechanism. But perhaps the main drawback when using large-caliber weapons against land and surface targets on the front line and defense of military facilities is the large loss of service personnel. The possibility of remote control of large-caliber weapons was considered. A comparative analysis of possible means of technical implementation of radio-electronic equipment and implementing mechanisms of remote control systems for small arms and large-caliber weapons is carried out, their disadvantages and advantages are shown.

Key words: electromagnet, stepper motor, microcontroller, software, video camera.

На теперішній час війна вносить нові вимоги в тактику застосування стрілецької зброї, а особливо великокаліберних кулеметів (ВКК), та потребує нових підходів в підготовці розрахунків. Застосування стрілецької зброї для боротьби з наземним супротивником, оборони військових об'єктів та ураження повітряних цілей має ряд недоліків. Висока скорострільність ВКК при ручному керуванні стрільбою не завжди дозволяє відсікати потрібну кількість пострілів, особливо одиночний або подвійний. Це призводить до заміни стволів на запасні приблизно після кожних 100-200 пострілів (за виключенням кулеметів "Максим"), а також до надмірної витрати патронів, яка непотрібна для ураження навіть рухомих цілей. При роботі по повітряним цілям слід відмітити складність керування спареними установками з кількох кулеметів в ручному режимі. Ще одним недоліком існуючої стрілецької зброї є відсутність "пам'яті" азимутів та кутів місця пристріляних цілей. І мабуть головним недоліком при застосуванні ВКК по наземним та надводним цілям на лінії фронту та обороні військових об'єктів є великі втрати особового складу обслуги (зазвичай обслуга складається з двох чоловік).

Вищевказане обумовлює необхідність вдосконалення (модернізації) існуючих зразків зенітного та стрілецького озброєння в інтересах підвищення ефективності боротьби з малорозмірними цілями та застосуванні по наземним та надводним цілям на збільшених дистанціях ведення вогню.

Показані основні напрямки такої модернізації та основні науково-технічні проблемами, що при цьому виникають.

Представлений порівняльний аналіз можливих засобів технічної реалізації електронної апаратури та виконуючих механізмів систем дистанційного керування стрілецькою зброєю.

Усі можливі способи дистанційного керування стрілецькою зброєю повинні бути розроблені без суттєвих змін її конструкції, в першу чергу спускового механізму.

Реалізація режимів одиночного, подвійного пострілу та режиму короткої черги пострілів може здійснюватися за допомогою електромагніту. При використанні так званих танкових ВКК такий електромагніт вже є в штатній конструкції кулемета. Цей пристрій називається електроспуском. Мікроконтролер виробляє відеоімпульс необхідної тривалості відповідно до встановленого режиму вогню. В якості схеми керування використовується потужний ключ, або малопотужний ключ з додатковим звичайним автомобільним електромагнітним реле. Перевагою такої схеми є її простота та низька собівартість.

Можливими засобами технічної реалізації дистанційного наведення може бути застосування двигунів постійного струму або крокових двигунів.

Схема управління двигуном постійного струму забезпечує зміну швидкості та напрямку обертання малопотужного двигуна постійного струму, що через понижуючий редуктор ($M \sim 50 \dots 100$) обертає механізм повороту кулеметів по азимуту (куту місця). Недоліками цього способу є труднощі точного наведення через інерційність системи наведення, яка не має зворотного зв'язку, та використання редукторів з великим коефіцієнтом передачі.

Кроковий двигун в мікрокроковому режимі буде мати більш високу точність позиціонування, що дозволяє в режимі дистанційного наведення значно підвищити точність прицілювання при наявності відеокамери з високою розрізнявальною здатністю (точність наведення на рівні одиниць кутових хвилин). Мікроконтролер у цьому випадку працює як програмно керований генератор відеоімпульсів зі змінною частотою повторення, що дозволяє досить просто реалізувати функцію точного та грубого наведення на ціль. Максимальна швидкість наведення буде визначатися потужністю крокового двигуна.

Розглянуті можливі варіанти побудови систем дистанційного керування стрілецькою зброєю з використанням крокових двигунів. Найпростіший варіант – це системи дистанційного керування стрілецькою зброєю по багатодротовій лінії зв'язку. Схема побудована на базі одного мікроконтролера з відповідним програмним забезпеченням. Усі елементи схеми, включаючи монітор, живляться також від одного блоку живлення. Але недоліком такого варіанту є багатодротова лінія зв'язку.

Для зменшення кількості дротових з'єднань пропонується система дистанційного керування стрілецькою зброєю по дводротовій лінії зв'язку. В схемі використовується два мікроконтролера. Мікроконтролер пульта дистанційного управління виробляє команди управління. Ці команди передаються по двохдротовій лінії по шині USART на другий мікроконтролер, який знаходиться на самій установці. Другий мікроконтролер виробляє імпульси керування драйверами крокових двигунів відповідно до команд, що надходять з першого мікроконтролера.

Недоліком такої схеми є необхідність використання двох мікроконтролерів з відповідним програмним забезпеченням та окремих блоків живлення. Також в програмному забезпеченні необхідно вжити заходів щодо кодування команд при їх передачі по шині USART.

Від дводротової лінії зв'язку є можливість переходу до бездротової системи дистанційного керування стрілецькою зброєю. Відеоінформація в такій системі теж передається по радіолінії за допомогою спеціалізованих прийомо-передавачів відеоінформації.

Така схема системи дистанційного керування стрілецькою зброєю є складнішою і може бути подавленою або запеленговою противником, але вона є набагато мобільнішою і не обмеженою довжиною провідної лінії зв'язку.

Розроблені принципові схеми таких системи дистанційного керування стрілецькою зброєю та їх програмне забезпечення. Показано, що за рахунок використання двопрвідної лінії зв'язку або радіоканалу з багаточастотним сигналом, Wi-Fi або супутникового зв'язку можливо забезпечити з єдиного пункту управління стрільбу багатьох ВКК, що розміщені на певній відстані один від одного та ведення з них дистанційної розвідки. Це дозволяє здійснювати дистанційне вогневе ураження цілей оператором і контролювати результати стрільби у реальному часі.

Крім того, мікроконтролери в каналах наведення за азимутом та кутом місця дозволяють збільшити точність прицілювання та запам'ятовувати кутові координати пристріляних цілей з метою швидкого наведення на них та стрільби в умовах недостатньої видимості та вночі.

На основі аналізу сучасного бойового досвіду наведено приклад практичної реалізації здійснення дистанційного керування великокаліберним кулеметом Володимирова танковим.

Список використаних джерел:

1. Довідник учасника АТО: озброєння і військова техніка Збройних сил Російської Федерації/ А.М. Алімпієв, Г.В. Пєвцов, Д.А. Гриб та ін./ За заг. ред. А.М. Алімпієва. – Х.: Оригінал, 2015. – 732 с.

2. Патент на корисну модель № 114613, UA, МПК (2017.01) F41G5/00 F41G3/00. Система дистанційного керування засобами малокаліберної артилерії / Ю.М. Цомартов, В.І. Ломінадзе, А.Є. Присяжний, О.М. Греховодов, С.Г. Більченко, О.Г. Кривоконь. – u 2016 10124, заявл. 05.10.16; опубл. 10.03.17; бюл. №5 – 6с.

3. Аналіз можливих способів дистанційного керування ЗУ-23-2 з урахуванням досвіду АТО на сході України. В.Є. Кудряшов, С.Г. Леушин, В.В. Кондрат.// Науково-технічний журнал “Системи озброєння і військова техніка”. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. № 4(52). – С. 38-45.

4. Перешкодозахищена радіолінія передачі даних для систем дистанційного керування зброєю. І.Г. Леонов, Ю.І. Рафальський, С.Г. Леушин // Науково-технічний журнал ХНУПС «Системи озброєння і військова техніка». – Х.: ХНУПС. – 2018. – № 1 (53). – С. 31-35.

Карлов Володимир Дмитрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри фізики та радіоелектроніки, e-mail: karlovvd@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1043-684X> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Присяжний Анатолій Євгенович - кандидат технічних наук, доцент кафедри фізики та радіоелектроніки, e-mail: apr071967@gmail.com Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5891-8584> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Леушин Сергій Геннадійович - старший викладач кафедри фізики та радіоелектроніки, e-mail: savva1964@gmail.com Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0345-588X> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Vladimir Karlov - Doctor of Technical Sciences Professor Head of Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: karlovvd@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1043-684X>

Anatolii Prysiazhnyi - Candidate of Sciences, Associate Professor Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: apr071967@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5891-8584>

Serhiy Leushyn - Senior Instructor Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: savva1964@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0345-588X>

І. Ю. Гурін, Д. В. Сніжко

ЗАВДАННЯ ТА СПОСОБИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОЇ АВІАЦІЇ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: військово-транспортна авіація (ВТА) є одним із ключових елементів сучасної військової інфраструктури, яка забезпечує оперативну доставку військ, техніки, спорядження та гуманітарної допомоги в різні географічні райони. В умовах ведення бойових дій ВТА відіграє вирішальну роль у забезпеченні логістичної підтримки, проведенні операцій з евакуації, медичного транспортування та інших критично важливих задач. Завдяки своїй мобільності та здатності діяти в екстремальних умовах, військово-транспортна авіація значно підвищує ефективність операцій та сприяє досягненню оперативних і стратегічних цілей.

Ключові слова: ВТА, сучасна військова інфраструктура, в умовах бойових дій.

Annotation: Military transport aviation (MTA) is one of the key elements of modern military infrastructure, providing the rapid delivery of troops, equipment, supplies, and humanitarian aid to various geographic areas. In combat conditions, MTA plays a crucial role in ensuring logistical support, conducting evacuation operations, medical transport, and other critically important tasks. Thanks to its mobility and ability to operate in extreme conditions, military transport aviation significantly enhances operational effectiveness and contributes to achieving operational and strategic goals.

Key words: Military transport aviation (MTA) is a crucial component of modern military infrastructure, especially under combat conditions.

Основні завдання ВТА під час ведення бойових дій включають:

1. Оперативне транспортування військ і техніки: забезпечення швидкої доставки підрозділів, озброєння, техніки та запасів до місць бойових дій або для зміцнення оборонних рубежів.
2. Авіаційне постачання і підтримка: перевезення боєприпасів, паливно-мастильних матеріалів, продовольства та інших ресурсів для забезпечення безперервної боєготовності сил.
3. Евакуація поранених і медичне транспортування: надання допомоги пораненим, їх оперативна евакуація до медичних закладів або на безпечніші території.
4. Розвідка і підтримка спеціальних операцій: використання ВТА для оперативного транспортування розвідувальних підрозділів і забезпечення їхньої підтримки в тилу противника.
5. Гуманітарна допомога та евакуація цивільних: у разі виникнення кризових ситуацій, авіація забезпечує доставку гуманітарних вантажів і евакуацію населення з небезпечних районів.

Способи застосування військово-транспортної авіації:

В умовах бойових дій застосування ВТА передбачає використання різних тактичних і технічних прийомів для максимальної ефективності. Основні способи включають:

1. Десантування військ і техніки: здійснення повітряного десантування як на власні, так і на тимчасово окуповані території для посилення військових позицій, що особливо важливо для оперативних маневрів.
2. Низьковисотне маневрування і зліт/посадка на обмежених ділянках: для підвищення мобільності і захисту літаків застосовується посадка на тимчасові аеродроми чи навіть на підготовлені дороги, що дозволяє швидко перенаправляти ресурси в найгарячіші зони.
3. Польоти з раптовим зниженням: авіація може виконувати польоти на малих висотах для уникнення ворожих радарів і зниження ризику ураження засобами ППО.
4. Застосування авіаційної підтримки та радіоелектронної боротьби (РЕБ): ВТА може виконувати завдання в тісній координації з підрозділами РЕБ,

забезпечуючи підтримку та захист від засобів радіоелектронного ураження противника.

Висновок

Військово-транспортна авіація є критично важливим інструментом у забезпеченні бойових операцій, особливо в умовах динамічних конфліктів, коли швидкість і гнучкість реакції визначають успіх місії. Ефективне застосування ВТА дозволяє забезпечити необхідний рівень логістичної підтримки, підвищити мобільність підрозділів, а також сприяти збереженню життя як військовослужбовців, так і цивільного населення.

Список використаних джерел:

1. Бойко І. Історія військово-транспортної авіації України. —Київ: Друкарня, 2019.
2. Військова авіація: транспортні підрозділи та їх роль у забезпеченні військових операцій. Харків: Авангард, 2020.
3. Офіційний сайт Повітряних сил Збройних сил України: <https://www.mil.gov.ua/povitryani-sili>.
4. Василенко В. "Застосування військово-транспортної авіації в умовах сучасних збройних конфліктів". — Київ: Науково-дослідний інститут авіації, 2020.
5. GlobalSecurity.org. "Military Airlift: Operational Use and Strategic Importance" <https://www.globalsecurity.org>.

Гурін Іван Юрійович – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: gurin777666@gmail.com.

Сніжко Дмитро Володимирович – викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, e-mail: Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, dimasnezhko68@gmail.com.

Ivan Yuriyovych Gurin - Bachelor of Aviation Transport, Master's student, Ivan Kozhedub Kharkiv National University, Kharkiv, e-mail: gurin777666@gmail.com.

Dmytro Volodymyrovych Snizhko - lecturer at the Department of Aviation Engineering, e-mail: Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, dimasnezhko68@gmail.com.

С. А. Вахнюк, В. В. Маковецький

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УКС-400В-П4 ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОСУШЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

Анотація: за рахунок впровадження мембранного блоку осушення досліджується можливість покращення експлуатаційних характеристик уніфікованої компресорної станції УКС-400В-П4 по видобутку стисненого, очищеного повітря.

Ключові слова: компресорна станція, стиснене повітря, точка роси, блок осушки, мембрана.

Annotation: Due to the introduction of a membrane dehumidification unit, the possibility of improving the operational characteristics of the unified compressor station UKS-400V-P4 for the production of compressed, purified air is being investigated.

Keywords: compressor station, compressed air, dew point, drying unit, membrane.

У сучасних повітряних судах (ПС) широко застосовуються системи, які працюють на енергії стисненого повітря. Для безпосередньої зарядки систем літальних апаратів стисненим повітрям використовують повітрязаправники, а для зарядки їхніх балонів – компресорні станції.

Компресорна станція призначена для очищення атмосферного повітря від механічних домішок, стиснення атмосферного повітря до потрібного тиску з його одночасним охолодженням та видаленням водо-масляного конденсату.

У зв'язку з тим, що в авіації до стисненого повітря пред'являються особі вимоги щодо змісту вологи, аеродромні компресорні станції оснащуються блоками осушення і очищення повітря. В таких блоках робоче повітря після компресора додатково осушується, проходячи через шар адсорбенту (сілікагель, цеоліт) у балонах-адсорберах і очищується від механічних домішок у фільтрах.

Основним джерелом постачання стисненого сухого повітря для потреб авіації Повітряних Сил є уніфікована компресорна станція УКС-400В-П4 (рисунок 1). Станція призначена для наповнення в польових умовах балонів і систем повітряних суден стисненим сухим повітрям до тиску 400 кгс/см².



Рисунок 1 – Уніфікована компресорна станція УКС-400В-П4

На компресорній станції УКС-400В-П4 велику роль має блок осушки повітря

змонтований на окремій рамі з лівої сторони станції. Блок осушки працює за принципом адсорбційного методу осушення. Призначений для видалення із стисненого повітря вологи в пароподібному стані шляхом поглинання її адсорбентом. Установки такого типу можуть виробляти повітря з температурою точки роси до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основним принципом, за яким працюють установки даного типу, є пропускання потоку повітря через адсорбент. В процесі адсорбції відбувається зниження температури точки роси. Волога, що виділилася в процесі осушення, залишається в адсорбенті, тому час від часу його необхідно осушувати. Процес осушення адсорбенту називається регенерацією.

Однак під час осушення відбувається зношування поверхні адсорбенту, що знижує його ефективність, і витрачається велика кількість видобутого повітря та час на регенерацію адсорбенту. Основним недоліком адсорбера в блоці осушки є те, що краплі сконденсованої вологи, під час режиму регенерації, потрапляючи на шар адсорбенту, вбираються гранулами адсорбенту, що призводить до прискореного руйнування адсорбенту і скорочення терміну служби всього адсорбера в цілому.

Для удосконалення роботи блоку осушки пропонується використовувати більш сучасні засоби осушення стисненого повітря типу “Мембранний осушувач високого тиску PMD 7N” (рисунок 2).



Рисунок 2 – Мембранний осушувач високого тиску PMD 7N

Мембранний осушувач високого тиску PMD 7N розроблені для того, щоб осушувати стиснене повітря і азот до значень точки роси від $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (залежно від моделі) в діапазоні тиску до 400 кгс/см^2 .

Продуктивність мембранного осушувача PMD 7N з широким спектром сушіння робить його актуальним для різноманітних завдань. З відповідною попередньою фільтрацією можливе використання безпосередньо після масляних компресорів, що працюють на масляній основі. PMD 7N особливо простий в обслуговуванні.

У мембранному осушувачі повітря осушується відповідно до фізичного принципу часткового вирівнювання тиску водяної пари за рахунок дифузії. Спеціальний метод намотування волокон в мембранному елементі призводить до зменшення потреб в продувному повітрі. Фільтруючий елемент безпосередньо перед порожнинно-волоконистих мембран забезпечує ефективний захист від аерозолів і механічних частинок (рисунок 3).

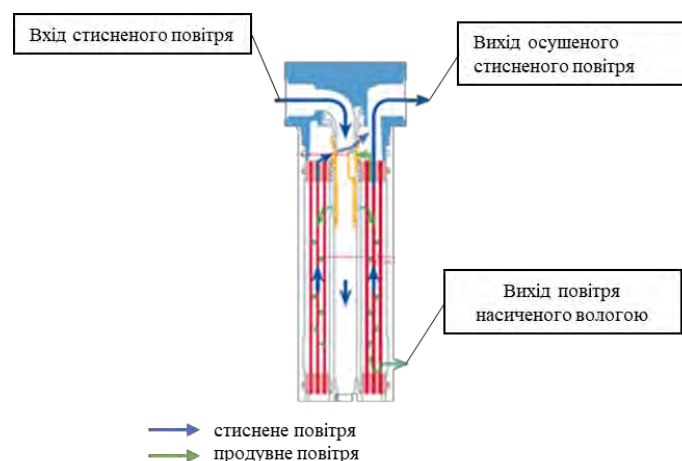


Рисунок 3 – Принцип роботи мембранного осушувача

Робота даного блоку полягає в наступному:

1. Стиснене повітря подається в основну трубку мембранного осушувача.
2. У фільтруючому елементі воно розгалужується; відфільтроване стиснене повітря надходить до порожнистих волокон мембранного елемента.
3. Продувне повітря, необхідне для осушення, безперервно відводиться в вихідній зоні мембранного елемента і розширюється під впливом атмосфери через певний отвір сопла. Це продувне повітря значно сушіше завдяки розширенню, оскільки волога, що міститься в стисненому повітрі, тепер розподіляється в кратному об'єму. Сухе продувне повітря виводиться через зовнішню сторону волокон мембрани.
4. Два потоки повітря з різним вмістом вологи рухаються в зворотному напрямку через мембранний елемент, розділені лише стінкою мембрани. Вологе стиснене повітря протікає в порожнисто-волоконистих мембран, а сухе продувне повітря виходить назовні. В результаті різного вмісту вологи, волога дифузує зі стисненого повітря в продувне. Процес сушіння є високоефективним завдяки контрольованому намотуванню волокон мембрани.
5. Сухе стиснене повітря виходить з мембранного елемента.
6. Вологе продувне повітря виводиться в навколишнє середовище.

Проаналізувавши будову та принцип роботи мембранного осушувача PMD 7N, встановлення його в уніфіковану компресорну станцію УКС-400В-П4 пропонується після 5 ступені компресора, замінивши повністю адсорбційний блок старого зразка на PMD 7N.

Запропонований мембранний блок осушки високого тиску PMD 7N значно економічний за рахунок мембран, та фільтрів РМН G та РМН С, які забезпечують більшу продуктивність роботи станції за рахунок скорочення часу на регенерацію. Мембрани при правильній експлуатації є довговічні на відміну від адсорбента котрий з часом потрібно додатково осушувати або з часом замінювати повністю. Використання блоку PMD 7N в порівнянні з існуючим блоком осушки станції УКС-400В-П4 зменшить експлуатаційні витрати станції.

Список використаних джерел

1. Інформаційно-довідкове видання від 2024 року № ПвВП 32–03(12).01 “Засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації”.
2. Наказ МО України від 22.01.2014р. № 47 “Про затвердження Інструкції з організації контролю якості стиснених та зріджених газів у державній авіації України”.
3. Додаток № 2 до наказу МО України № 1 від 06.01.1999 р. “Норми витрати пального, масел, мастил і спеціальних рідин при експлуатації, ремонті та консервації військової техніки та озброєння ЗС України”.
4. PMD 1-7 Membrane Dryers: <https://www.pneumatech.com/en-na/compressed-air-dryers/membrane-dryers/pmd-membrane-dryers-1-7>.

Вахнюк Сергій Анатолійович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, старший викладач кафедри № 205, Харків, Україна; email: vakhniuk.ser@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3584-7730>.

Маковецький Володимир Володимирович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, слухач штатний, Харків, Україна; email: makovetskyi.vova@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0000-4432-4697>.

Vakhniuk Serhiy Anatoliyovych – Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, senior lecturer of department No. 205, Kharkiv, Ukraine; email: vakhniuk.ser@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3584-7730>.

Volodymyr Volodymyrovych Makovetskyi – Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, full-time student, Kharkiv, Ukraine; email: makovetskyi.vova@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0000-4432-4697>.

В. І. Лавренко, В. В. Боцул

ЗБІЛЬШЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ПОЛЬОТУ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ІЛ-76

Анотація: при виконанні роботи було досліджено статистичні матеріали та зроблено аналіз бойових задач літаків подібного призначення та їх льотно-технічні характеристики. З метою обґрунтування можливості реалізації заданих тактико-технічних вимог, були зроблені розрахунки відносної маси планера, злітної маси та центрування літака. На підставі статистичних даних було визначено оптимальні параметри кінцевої аеродинамічної поверхні та розроблено її конструкції. Виконані необхідні розрахунки інженерно-штурманського розрахунку для підтвердження необхідності даної модифікації. Кінцеві аеродинамічні поверхні є одним із шляхів для підвищення дальності та тривалості польоту, не змінюючи суттєво конструкцію літака за рахунок зменшення індуктивного опору при перетіканні повітря на кінцях крила.

Ключові слова: тактико-технічні вимоги, інженерно-штурманського розрахунку, кінцеві аеродинамічні поверхні, дальності та тривалості польоту.

Abstract: During the performance of the work, statistical materials were studied and an analysis was made of the combat tasks of aircraft of a similar purpose and their flight and technical characteristics. In order to substantiate the possibility of implementing the given tactical and technical requirements, calculations were made of the relative weight of the glider, the take-off weight and the centering of the aircraft. On the basis of statistical data, the optimal parameters of the final aerodynamic surface were determined and its design was developed. The necessary engineering and navigational calculations were performed to confirm the necessity of this modification. End airfoils are one way to increase the range and duration of flight without significantly changing the design of the aircraft by reducing the inductive drag when the air flows over the wingtips.

Key words: tactical and technical requirements, engineering and navigational calculations, final aerodynamic surfaces, flight range and duration.

Досвід використання літаків Іл-76 у війні проти агресора виявив їх вразливість сучасним засобам протиповітряної оборони (ПЗРК, ЗРК малої та середньої дальності). Враження літака транспортної авіації призводить до значних втрат особового складу та вантажу. Питання захисту транспортних літаків є актуальним і потребує розробки та розміщення на борту додаткових систем протидії засобам ППО противника. У цій ситуації збільшення дальності та тривалості польоту «штатного» літака дозволить використовувати його з максимальним корисним навантаженнями у випадку розміщення на ньому додаткового обладнання активних та пасивних систем захисту. Тому тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

Взагалі військово-транспортна авіація є однією з основних складових Повітряних Сил Збройних Сил України і призначена для своєчасного забезпечення життєдіяльності і боєготовності військових підрозділів, виконання місій і завдань, необхідних для проведення мирних і військових операцій на регіональному, міжрегіональному і стратегічному рівнях. Сучасний військово-транспортний літак (ВТЛ) повинен характеризуватися великою дальністю польоту з максимальним корисним навантаженням, забезпечувати можливість десантування на малих висотах, здійснювати зліт і посадку на непередготовлені ґрунтові смуги обмежених розмірів.

Як видно, такі вимоги є суперечливими, а деколи і взаємовиключними. Крім того, існуючий парк ВТЛ України не відповідає сучасним вимогам по критерію “вантаж - дальність”, а силові установки (СУ) мають параметри шуму і викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, які перевищують міжнародні вимоги. Все це в сукупності приводить до недостатньої ефективності військово-транспортної авіації в цілому, а ЛА стають не конкурентоздатними на сучасному авіаційному ринку.

Створення нового покоління ЛА вимагає вирішення складних економічних завдань в умовах суперечливої безлічі різних ситуацій, пошуку раціональних компромісів. Тому, враховуючи економічний стан України, що створився, розвиток військово-транспортної авіації в основному здійснюється у напрямі модернізації існуючої авіаційної техніки і додання до неї деяких властивостей техніки наступного покоління.

Список використаних джерел:

1. Д.Г. Шарко «Конструкція та мійність літальних апаратів. Методика виконання проектувального розрахунку злітної маси та компоновання ЛА. Навчально-методичний посібник» Харків 2011 112с.
2. О.Б. Котов, О.В.Патюков, В.А.Таврін, О.К. Шейгас «Інженерно-Штурманський Розрахунок пряма та обернена задачі» Харків 2014 301с.
3. Б.Н. Фролицев Патенто обладатель- Центральный аэрогидродинамический институт им.проф. Н.Е.Жуковского Москва 2009 221с.

Лавренко Валерій Іванович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9243-7339>

Боцул Владислав Віталійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; email: vladbotsul@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9243-7339>

Lavrenko Valery Ivanovych – senior lecturer of the Department of Aviation Engineering Faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9243-7339>

Botsul Vladislav Vitaliyovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; email: vladbotsul@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9243-7339> .

Д. В. Нестерова, Ю. О. Миронюк, Ю. В. Георгієв

ПРОЦЕС ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПЛОТІВ В УМОВАХ ВИСОТНОГО ПОЛЬОТУ ЗАВДЯКИ ВДОСКОНАЛЕННЮ КИСНЕВОЇ СИСТЕМИ

Анотація: аналіз застосування кисневих систем літаків винищувачів. Дослідження кисневої системи літака-винищувача МіГ-29. Розробка пропозицій по удосконаленню та модернізації складу кисневої системи ККО-5, літака-винищувача МіГ-29 з застосуванням генератора кисню.

Ключові слова: МіГ-29, киснева система (КС), генератор кисню MSOG, модернізації.

Abstract: analysis of the application of oxygen systems of fighter aircraft. Research of the oxygen system of the MiG-29 fighter aircraft. Development of proposals to improve and modernize the compliance of the KKO-5 oxygen system of the MiG-29 fighter aircraft with the use of an oxygen generator.

Keywords: MiG-29, condition control, application, oxygen systems, modernization.

В умовах ведення сучасної війни вимоги до авіації постійно зростають, а саме до ефективності, надійності та безпеки експлуатації повітряних суден, особливо багатоцільових літаків, призначених для виконання широкого спектру завдань. Одним з важливих аспектів забезпечення екіпажу є надійне та безперервне постачання кисню для підтримання життєдіяльності на великих висотах.

МіГ-29 багатоцільовий винищувач, який завдяки своїй маневреності, швидкості та надійності займає значне місце у складі авіаційних сил багатьох країн світу. Одним з важливих компонентів забезпечення бойової ефективності й безпеки виконання бойового завдання на великих висотах є киснева система, яка підтримує життєдіяльність екіпажу. В умовах модернізації авіаційної техніки важливою задачею стає удосконалення цієї системи з метою підвищення її автономності, надійності та зниження експлуатаційних витрат.

Кисневе обладнання літака МіГ-29 і захисне та захисне спорядження льотчика призначено для забезпечення життєдіяльності льотчика при виконанні висотних польотів і катапультиванні.

Основна киснева система включає :

- запас газоподібного кисню, розміщений в трьох балонах місткістю по 4 л з робочим тиском 150 кгс/см²;
- киснево-дихальну апаратуру комплектів ККО-5 (кисневий вентиль КВ-15А і редуктор КР-26-1В2, регулятор подачі кисню РПК-52, вентиляючий пристрій ВУШ, щиток дистанційного керування ДУ-7, кисневий прилад КП-52М);
- індикатор комбінований життєзабезпечення ІКЖ-1.

Всі системи в авіації мають резервні (аварійні) системи і киснева система не є виключенням.

Аварійна киснева система складається з:

- аварійного запасу кисню в балоні місткістю 0,7 л;
- блоку кисневого устаткування БКО-3.У2 з манометром;
- з'єднаного роз'єму комунікацій ОРК-11У.

Принципова схема кисневого устаткування приведена на (рис.1).

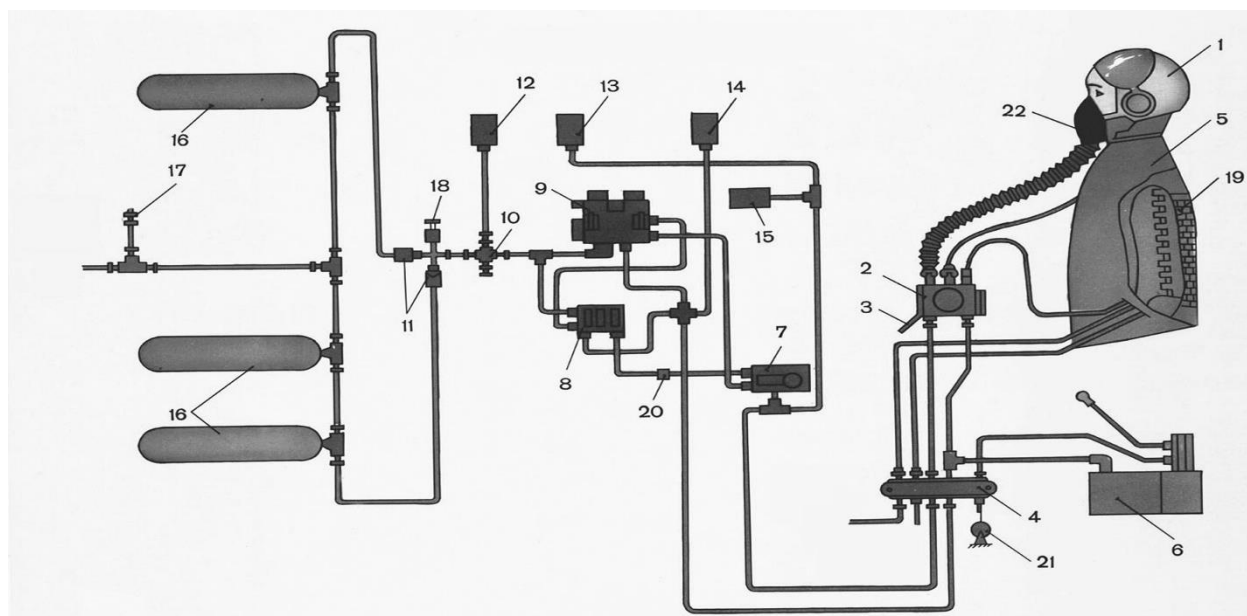


Рисунок 1 – Принципова схема ККО-5

1 – захисний шолом ЗШ-5А; 2 – кисневий прилад КП-52М; 3 – ручка швидкодіючого роз'єма; 4 – з'єднаний роз'єм комунікацій ОРК-11У; 5 – вентиляючий костюм ВК-3М; 6 – киснева система крісла; 7 – вентиляючий пристрій шолома; 8 – щиток дистанційного керування; 9 – регулятор подачі кисню; 10 – кисневий редуктор; 11 – зворотний клапан; 12 – датчик запасу кисню; 13 – датчик перепаду тиску між кабіною (кисневою маскою) і атмосферою; 14 – датчик тиску кисню; 15 – датчик висоти в масці; 16 – кисневі балони; 17 – бортовий зарядний штуцер; 18 – кисневий вентиль; 19 – висотний компенсуючий костюм; 20 – обмежувальна діюза; 21 – пристрій розмикання при катапультиванні; 22 – киснева маска КМ-34Д.

Кисень для основної кисневої системи і кисневого підживлення двигуна заправляється через загальний зарядний штуцер до тиску 150 кгс/см² від наземної станції АКЗС-75.

Штуцер встановлений зліва в носовій частині корпусу в лючку з написом ЗАРЯДКА КИСНЕМ

Контроль запасу кисню в ККО-5 здійснюється по індикатору комбінованому життєзабезпечення ІКЖ-1 при приєднаних наземних джерелах постійного і змінного струму і включеного АЗК «ПВД АВАР.», «ІКГ ІКЖ» і вимикачах «АККУМ. БОРТ.АЕРОДРОМ.», «ГЕНЕР.~ТОКА».

Використання такої кисневої системи має ряд недоліків і потребує постійного втручання інженерно-технічного складу для його діагностування та роботи

Для удосконалення та модернізації кисневої системи , літака-винищувача МіГ-29 запропоновано застосувати генератор кисню типу MSOGS.

Даний генератор встановлений на літаку F-16, унікальними особливостями генератора MSOGS було використання двомісного концентратора та включення контролера складу для регулювання концентрації кисню в продукті за допомогою зворотного зв'язку від датчика парціального тиску кисню.

Генератор кисню MSOGS складається з вузла кисневого концентратора, резервного клапана подачі та випуску кисню, двох клапанів продувки системи і шести регуляторів дихання.

Генератор кисню MSOGS використовується для ручного або автоматичного вибору джерела дихального газу з концентратора MSOGS або резервного джерела кисню (BOS).

Резервна киснева система складалася з двох газоподібних кисневих балонів об'ємом 0,8 літра (50 дюймів³) під тиском 2000 фунтів на дюйм-2 (13 800 кПа), що давало загальну ємність 200 літрів (NTP).

Було проведено ряд льотних випробувань що до використання модифікованої ороназальної маски RAF типу P/Q та маски USAF MBU-5/P або 12/P, яка також входить до складу генератора кисню. Опір диханню був меншим у масці P/Q, оскільки вона має окремі клапани вдиху та видиху порівняно з комбінованим клапаном у масках USAF.

Метою льотних випробувань була оцінка MSOGS для місії тактичного винищувача

F-16. Конкретні цілі випробувань полягали в тому, щоб визначити прийнятність пілотом інтегрованої системи подачі газу (потоки, тиск, концентрація кисню) по всій зоні польоту літака, перевірити інтерфейс між системою та планером і цілісність установки MSOGS, а також зробити якісну оцінку операційної сумісності системи, придатності, надійності, ремонтпридатності і безпеки.

У рамках цих цілей MSOGS продемонстрував чудовий потенціал для покращення ремонтпридатності кисневої системи, підвищення безпеки та покращення комфорту пілота для всіх місій тактичних винищувачів F-16. Реакція пілотів на дихальну систему MSOGS була надзвичайно позитивною.

Використання генератора кисню в якості альтернативи традиційній кисневій системі є одним із перспективних напрямів удосконалення кисневої системи МіГ-29. Такий підхід дозволяє забезпечити безперервне вироблення кисню в польоті, зменшити потребу в обслуговуванні кисневої системи та знизити вагу літака, що позитивно впливає на його бойові характеристики.

Список використаних джерел

1. Зарубін А.М. Висотне обладнання літальних апаратів. – Харків ХНУПС, 2015. – 112 с.
2. Шамко В.С., Жарик О.М., Коваль В.В. Розвиток та застосування Повітряних Сил, інших видів Збройних Сил України, удосконалення їх системи управління Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України 2018 №2(31)– 9-15с.
3. Advanced Oxygen Systems for Aircraft (Systemes d'oxygene avarices) Edited by John ERNSTING RAF School of Aviation Medicine and Richard L. MILLER USAF Armstrong Laboratory 1996, 59-61с
4. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA306996.pdf>

Нестерова Діана Володимирівна – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242/1 навчальної групи, Харків, Україна; email: diananesterova29@gmail.com

Миронюк Юлія Олегівна – Харківський Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242/2 навчальної групи, Харків, Україна; email: muronyk2306@gmail.com

Георгієв Юрій Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net

Nesterova Diana Volodymyrivna – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, cadet of the 242/1 training group, Kharkiv, Ukraine; email: diananesterova29@gmail.com

Yulia Olehivna Myronyuk – Kharkiv Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, cadet of the 242/2 training group, Kharkiv, Ukraine; email: muronyk2306@gmail.com

Georgiev Yuriy Viktorovich – *Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net*

С. А. Плешкунов, І. М. Гудзій

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ПИЛЕЗАХИСНОГО ПРИСТРОЮ ВЕРТОЛЬОТА МІ-8МСБ

Анотація: розглянуто питання вдосконалення експлуатаційних властивостей та характеристик пилезахисного пристрою вертольота Мі-8МСБ. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення надійності та ефективності роботи вертольота в умовах різноманітних зовнішніх факторів, зокрема, в пилових та піщаних середовищах. Дослідження включає аналіз сучасних методів пилезахисту, матеріалів, що використовуються для виготовлення пристроїв, а також розробку нових технологічних рішень, які дозволяють зменшити вплив пилу на механізми та системи вертольота. Визначено основні параметри, що впливають на експлуатаційні характеристики, та проведено експериментальні дослідження для оцінки їх ефективності. Результати роботи можуть стати основою для подальших розробок у сфері вдосконалення конструкцій пилезахисних пристроїв, що дозволить підвищити загальний рівень безпеки та надійності вертольота Мі-8МСБ в умовах складної експлуатації.

Ключові слова: вдосконалення експлуатаційних властивостей, вдосконалення конструкцій пилезахисних пристроїв.

Abstract: the article deals with the issue of improving the operational properties and characteristics of the dust protection device of the Mi-8MSB helicopter. The topicality of the topic is due to the need to increase the reliability and efficiency of the helicopter in conditions of various external factors, in particular, in dusty and sandy environments. The research includes the analysis of modern methods of dust protection, materials used for the manufacture of devices, as well as the development of new technological solutions that allow reducing the impact of dust on helicopter mechanisms and systems. The main parameters affecting the operational characteristics were determined, and experimental studies were carried out to evaluate their effectiveness. The results of the work can become the basis for further developments in the field of improving the designs of dust protection devices, which will allow to increase the overall level of safety and reliability of the Mi-8MSB helicopter in difficult operating conditions.

Key words: improvement of operational properties, improvement of structures of dust protection devices.

Вертоліт Мі-8МСБ є одним з найпопулярніших та найбільш експлуатованих транспортних вертольотів у світі. Його активно використовують у різних країнах та кліматичних зонах, що вимагає від його конструкції надійності, довговічності та адаптованості. Однією з основних проблем, з якою стикаються оператори Мі-8МСБ, є експлуатація в умовах значного пилового забруднення. Пил може потрапляти в системи вертольота, що призводить до швидкого зносу двигунів, зниження ефективності систем керування та інших критично важливих компонентів. Тому забезпечення надійного пиле захисту стає пріоритетним завданням для підвищення ефективності та безпеки експлуатації вертольота.

Пилезахисні пристрої відіграють ключову роль у підтримці стабільної та безпечної роботи вертольота. Забруднення пилом негативно впливає на функціонування двигунів, підвищує ймовірність відмов систем та потребує частішого технічного обслуговування. Забруднення двигуна призводить до зниження тяги, збільшення витрати палива і навіть може спричинити аварійну зупинку. Таким чином, ефективна система пиле захисту є необхідною умовою для забезпечення тривалої та надійної експлуатації вертольота в різних умовах.

Системи пиле захисту Мі-8МСБ складаються з декількох ключових компонентів, які працюють у комплексі для затримання пилу та зменшення його потрапляння в основні системи вертольота:

1. Фільтраційні елементи:

- фільтри розташовані на вході до двигуна та забезпечують затримання пилових часток перед їх попаданням у двигун. Це зменшує знос двигуна та знижує ймовірність пошкодження інших компонентів.

2. Канали подачі повітря:

- ці канали направляють повітря до фільтраційних елементів. Їх конструкція повинна забезпечувати оптимальний потік повітря та мінімальний опір, щоб уникнути надмірного навантаження на двигуни.

3. Промивні системи:

- промивні системи дозволяють очищати фільтраційні елементи без необхідності їх зняття з вертольота, що значно скорочує час технічного обслуговування і підвищує оперативну готовність машини.

Однією з найбільш актуальних проблем є зниження ефективності фільтраційних систем при високих концентраціях пилу. Під час польотів у пустельних або степових районах концентрація пилу може бути надзвичайно високою, що створює додаткове навантаження на фільтри. Це потребує більш частого технічного обслуговування та заміни фільтрів, що збільшує експлуатаційні витрати. Крім того, зниження ефективності і пиле захисту може призвести до зменшення потужності двигунів і скорочення терміну їх служби.

Пропозиції щодо вдосконалення систем пиле захисту:

1. Удосконалення фільтраційних елементів:

- Використання нових матеріалів. Пропонується застосування сучасних матеріалів з поліпшеними фільтраційними властивостями. Вони забезпечують більш високу ефективність фільтрації і мають триваліший термін служби порівняно з традиційними матеріалами.

- Багат шарові фільтри. Розробка багат шарових фільтрів. Які здатні затримувати частки пилу різних розмірів, дозволить підвищити їх ефективність та продовжити термін служби. Перший шар може затримувати більші частини, а наступні – дрібніші, що допомагає зменшити навантаження на кожен шар.

2. Оптимізація конструкції повітропроводів:

- Зменшення опору повітря. Переробка геометрії каланів подачі повітря для зниження опору дозволить оптимізувати потік повітря. Це зменшить навантаження на двигун і, як наслідок, знизить витрати палива.

- Впровадження аеродинамічних елементів. Додавання аеродинамічних елементів допоможе оптимізувати повітряний потік і забезпечить більш ефективне спрямування повітря до фільтрів, що також покращить загальну продуктивність системи пиле захисту.

3. Системи моніторингу та управління:

- Датчики для моніторингу стану фільтрів. Установка датчиків для контролю стану фільтрів у реальному часі дозволить оцінювати їх ефективність і ступінь забруднення, що дасть змогу проводити технічне обслуговування вчасно і уникати зайвих витрат.

- Автоматизовані системи очищення. Інтеграція систем автоматичного очищення фільтрів, які можуть активуватися в залежності від рівня забруднення, дозволить зменшити потребу у ручному обслуговуванні та підвищить оперативність експлуатації.

Запропоновані вдосконалення в конструкції та функціональності пиле захисних систем для вертольота Мі-8МСБ є актуальним завданням, яке потребує комплексного підходу. Пилові навантаження створюють серйозні проблеми для експлуатації вертольота. Запропоновані вдосконалення, такі як використання нових матеріалів, оптимізація повітропроводів та впровадження систем моніторингу, дозволять значно підвищити ефективність і надійність роботи вертольота в складних умовах. Запропоновані вдосконалення в конструкції та функціональності також дозволяють зменшити негативний вплив пилу на роботу двигунів та інших критично важливих компонентів. Це забезпечить триваліший термін служби вертольота, підвищить його надійність і безпеку польотів у складних умовах, де рівень пилу та інших забруднень є підвищеним.

Список використаних джерел:

1. Авіаційні системи та їхнє обслуговування
2. Бойовий досвід застосування військових частин та підрозділів родів військ ПС ЗС України (збір. мат. за результатами участі ПС ЗС України в ході АТО на сході України): збірник матеріалів / С. С. Дроздов, В. В. Коваль, О. С. Котляр та ін.; під заг. кер. Ю. А. Байдака. – Вінниця: Командування ПС ЗС України, 2015. – 156 с
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
4. Технологія літакобудування: підруч.: у 2 ч. Ч. 2. Типові технологічні процеси складально-монтажних робіт та випробувань при виготовленні літальних апаратів / [А. П. Кудрін, М. С. Кулик, Г. М. Зайвенко та ін.]; за ред. М. С. Кулика. – К.: НАУ, 2012. – 304 с.
5. Відновлення та технології військового ремонту повітряних суден : навч. посіб. / В. О. Іванюк, О. В. Гальчун, О. М. Трошін, В. М. Стадниченко. – Х.: ХНУПС, 2018. – 164 с.
6. Наказ міністра оборони № 343 від 05.07.2016 року. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. – К. 2016. – 256 с.

Плешкунов Сергій Анатолійович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: pleshkunov70@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>.

Гудзій Іван Михайлович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: gydziuivan7@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0820-9308>.

Serhii Pleshkunov Anatolyevich – senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: pleshkunov70@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>.

Hydzii Ivan Mykhailovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: gydziuivan7@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0820-9308>.

В. К. Сидоренко, О. М. Лосіков

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Анотація: висвітлено основні особливості і проблеми розвитку зразків озброєння та військової техніки Сухопутних військ ЗС України та сучасні вимоги до них.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, модернізація, виробництво, стандарт.

Annotation: the main features and challenges in the development of weapons and military equipment for the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine and the modern requirements for them are highlighted.

Keywords: weapons and military equipment, modernization, production, standard.

Одним з основних завдань політики держави у сфері оборони є підтримання в боєздатному стані Збройних Сил, інших утворених відповідно до законів України військових формувань, правоохоронних органів спеціального призначення сектору безпеки і оборони, зокрема оснащення їх новітніми зразками озброєння та військової техніки (ОВТ) для забезпечення захисту державного суверенітету і територіальної цілісності держави. Відповідно до цього розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 червня 2017 р. № 398-р. були схвалені основні напрями розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період. Це було визвано тим що проблеми оснащення Збройних Сил, інших військових формувань сектору безпеки і оборони зумовлені тим, що значна кількість наявного озброєння та військової (спеціальної) техніки має тривалі строки перебування в експлуатації, морально та фізично застаріли та потребують модернізації або заміни на нові зразки. Виконання даного розпорядження було покладено на оборонно-промисловий комплекс України (ОПК України).

До 2022 року Міністерство оборони України було головним інвестором у розробці нової зброї та військової техніки. В цей час було виконані певні заходи ОПК України по підвищенню боєздатності ЗС України по розробці та виробництву зброї та військової техніки. Внаслідок очевидної потреби забезпечувати армію частина заводів отримала замовлення від держави на виробництво зброї і боєприпасів, однак цей поштовх не призвів до кардинальних змін, хоча потреби ЗС України вдавалося в основному закривати. Протягом 2014-2021 років були розроблені нові зразки ракетного озброєння, протитанкові комплекси, самохідні гаубиці, легка бронетехніка, зенітно-ракетні комплекси, бронезилети, безпілотні летальні апарати (БПЛА) та інше. Усе це здебільшого й не вироблялося масово, однак потреби локальної війни все ж закривало, у влади були плани на серійне впровадження принаймні ракет «Нептун», самохідних артилерійських установок «Богдана», РСЗВ «Верба» та ще декількох видів нової зброї [1].

Хоча керівництво держави розуміло необхідність реформ, а уряд навіть отримав завдання розробити програму по реформі ОПК, яка мала на меті трансформацію оборонно-промислового комплексу України для найкращого задоволення потреб сил безпеки та оборони по виконанню завдань у поточних і прогнозованих умовах безпекового середовища, сприяння розвитку економіки держави, загальна стагнація продовжувалася. У 2021 році дійшло до того, що частина заводів, які виробляли боєприпаси й інше військове спорядження, були переведені на скорочений робочий тиждень, їхні робітники або звільнялися, або йшли у неоплачувані відпустки [1].

Основними причинами виникнення цих проблем були: структурна недосконалість оборонної промисловості України через незавершеність запровадження організаційних, законодавчих, економічних, техніко-технологічних, майнових та інших перетворень; відсутність державної підтримки технологічної модернізації підприємств, стимулювання розвитку критичних технологій; занепад наукового, технічного та виробничого потенціалу оборонних підприємств; високий рівень зношеності основних фондів; недостатність ресурсного забезпечення та неефективне використання наявних ресурсів; втрата традиційних ринків експорту продукції військового призначення та подвійного використання, як наслідок –

зменшення обсягів виробництва, а також коштів підприємств, що спрямовуються на створення й модернізацію зразків видів озброєнь і військової техніки, які користуються попитом на зовнішніх і внутрішньому ринках.

З початком російської повномасштабної агресії проти нашої держави в лютому 2022 року російська федерація (рф) мала суттєву перевагу в озброєннях над Україною. Станом на 2023 рік, за даними Global Firepower, порівняння військового забезпечення двох армій залишилося незмінним – і, на жаль, дуже не на користь України. Військові можливості рф перевищували ЗС України. Наприклад, кількість літаків, які перебувають у розпорядженні армії рф наближалася до 4200 одиниць, тоді як ЗСУ має 312 літаків. Суттєво відрізняється і кількість вертольотів – в рф 1531 проти 113 в Україні. Військово-морський флот рф майже в 16 разів перевищує кількість українських кораблів. Крім того, рф є однією з дев'яти держав світу, які володіють ядерною зброєю. Станом на початок 2022 року рф мала найбільший у світі запас ядерних боєголовок (5 977 одиниць). В Сухопутних військах ЗС України співвідношення озброєння та військової техніки 1:3 на їхню користь. З 2022 по 2023 рік кількість російських танків подвоїлася — з 1700 до 3500. Артилерійських систем побільшало втричі, а бронетранспортерів — з 4500 до 8900. У противника значна перевага в силах і засобах. В зв'язку з диверсіями, недбалістю зберігання починаючи з 2000 року багато ракет, снарядів, стрілецьких набоїв були знищені або пошкоджені на арсеналах та складах в Новобогданівці, Балаклєї, Бахмуті, Лозовій та в інших місцях. До липня 2022 року Україна вже вичерпала майже весь запас далекобійних ракет до систем «Смерч», «Вільха» й «Точка-У», що перебували на її озброєнні.

Партнери та союзники по НАТО від початку повномасштабного вторгнення рф надали Україні військової, гуманітарної та фінансової допомоги на загальну суму більше 200 мільярдів доларів США. За час повномасштабної війни з Росією та, зокрема, 24 зустрічі у форматі «Рамштайн», західні союзники створили багато коаліцій для допомоги Україні різними видами озброєнь. Для відбиття російської агресії та захисту Україна надійшло багато озброєння та військової техніки - це й системи ППО, і бронетехніка, й важка артилерія, і бойова авіація та боеприпаси. Але допомога не завжди доходила в повному обсязі та своєчасно. Так, наприклад, у грудні 2022 р. керівництво ЗС України запросило у партнерів 300 танків, 600-700 бойових машин піхоти та 500 гаубиць. Такі цифри були актуальні саме у той короткий проміжок часу. І тільки влітку 2023 р. було отримано лише 100 танків, близько 200-300 бойових машин піхоти (з урахуванням колісних Steyker) та 150-200 одиниць 155-мм гаубиць.

В з'єднаннях та частинах Сухопутних військ враховуючи різноманітність ОБТ (а це і види та модифікації бойових машин різного року виробництва, і трофейна техніка, і озброєння та військова техніка яка надходить в рамках допомоги з інших держав) процес виконання бойового використання озброєння і військової техніки значно ускладнювало. Наявність танків Challenger 2 з Великої Британії, танків M1A2 Abrams зі США та Leopard 1, 2 від Німеччини і кількох інших країн світу ускладнює ситуацію з танками "з точки зору матеріально-технічного забезпечення". Більшість танків українського та російського виробництва мають калібр танкової пушки 125 мм, Танк Abrams – 122 мм, танки Challenger 2, Leopard 1,2 – 120мм. Британські Challenger 2 використовують боеприпаси, що відрізняються від стандарту НАТО, а запаси танків Leopard 2 в різних країнах дещо відрізняються, навіть якщо це однакова модель. Відрізняється озброєння і різних типів бойових машин піхоти. Ще більша різниця в ракетно-артилерійському та стрілецькому озброєнні. Виникає необхідність контролю тактико-технічних характеристик озброєння та бойової техніки і підтримання їх в боєздатному стані та з урахуванням відмінності, що новітні зразки ОБТ мають елементи комп'ютеризації та роботизації комплексів, системи навігації, зв'язку та діагностики, які необхідно діагностувати та проводити перевірку технічного стану відповідно до встановлених стандартів військових підрозділів НАТО. Першочергово провести модернізацію наявної техніки з урахуванням особливостей сучасних бойових дій. Реалії сьогодення такі, що у вирішенні завдань щодо озброєння та військової техніки Сухопутних військ Збройних Сил України в умовах обмежених можливостей отримання летальної зброї від наших партнерів маємо спиратися, головним чином, на власну оборонну промисловість [2].

На даний час існуючі проблеми оборонної промисловості потребують невідкладних рішень щодо технологічного оновлення виробничої бази, удосконалення технології виробництва, інтегрування у світову оборонно-промислову кооперацію та співробітництво,

підготовки кваліфікованих спеціалістів а саме головне – фінансового забезпечення. Серед найближчих головних пріоритетів розвитку вітчизняної оборонної промисловості – створення виробництва та постачання в інтересах різних видів ЗС України озброєння та військової техніки. Сухопутні війська потребують високоточних ракет і боєприпасів, артилерійських систем, танків і бронетранспортерів нового покоління, засобів зв'язку та управління, автоматизованих комплексів розвідки, безпілотних літальних апаратів (у т.ч. ударних), навігаційної апаратури, засобів радіоелектронної боротьби та другої сучасної техніки і озброєння. В Україні проводиться комплекс заходів по розвитку зразків озброєння та військової техніки. Ведеться робота із модифікації ракети для комплексу «Нептун» для ураження наземних цілей. Україна збирається створити свої аналоги російських ракет «Калібр» і Х-101. Для протиповітряної оборони крім наданих партнерами сучасних засобів ППО проводиться модернізація старих радянських систем, таких, як «Бук» та С-300. Україна має критичну потребу в артилерійських боєприпасах. Розпочато виробництво снарядів калібру 152 міліметри, які необхідні до радянських артилерійських систем і яких практично немає у країнах НАТО. Крім того, боєприпаси виробляються і за кордоном. Йдеться про 82- та 122-міліметрові мінометні міни, які роблять на потужностях країн НАТО. Крім того, за кордоном Укроборонпром виробляє артилерійські 122-міліметрові та танкові 125-міліметрові снаряди. Наразі Збройні сили України використовують близько 70 різних модифікацій БПЛА і ведуться роботи по їхньому удосконаленню та масовому виробництву безпілотників таких як UJ-23 TOPAZ, Рубака, Вампір, Е-300 Enterprise, Лелека та інші. Нові реалії війни потребують розвитку і систем радіоелектронної боротьби. Завершено тестування тактичних засобів радіоперешкод баражуючим боєприпасам та FPV-дронам, розроблених вітчизняними підприємствами, які підтвердили свої тактико-технічні характеристики в умовах застосування, наближених до бойових [1].

Сучасні вимоги до зразків озброєння та військової техніки Сухопутних військ ЗС України наведені у наказі Головнокомандувача Збройних Сил України від 28.08.2020 року № 127 “Про затвердження Інструкції з формування оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних та загальних вимог до перспективних (нових, модернізованих) систем (комплексів, зразків) озброєння та військової техніки Збройних Сил України”. Так в військовому стандарті ВСТ 20.39.0000.001:2023(1) система загальних технічних вимог до видів (типів) озброєння та військової техніки (СЗТВ) охоплює: 1) вимоги щодо призначеності; 2) вимоги щодо живучості та стійкості до зовнішніх впливів і чинників (зокрема й захисту від корозії та старіння); 3) вимоги щодо надійності; 4) вимоги щодо радіоелектронного захисту; 5) конструктивні вимоги; 6) вимоги щодо технологічності; 7) вимоги щодо стандартизації та уніфікації; 8) вимоги до програмних засобів; 9) вимоги щодо якості й технічного рівня та інші вимоги, які будуть забезпечувати виконання комплексу заходів по розвитку зразків озброєння та військової техніки у відповідності до актуальних проблем бойового застосування ОВТ [3].

Сучасний стан загроз щодо суверенітету і територіальної цілісності України, насамперед триваюча агресія російської федерації, потребують упровадження необхідних способів протидії їм, удосконалення підходів до формування військово-технічної політики держави з урахуванням нагальної необхідності оновлення наявного озброєння та військової (спеціальної) техніки та приведення її відповідно до встановлених стандартів ОВТ військових підрозділів НАТО.

Список використаних джерел:

1. Офіційний вебсайт Міністерства оборони України. Сухопутні війська. *mil.gov.ua*.
2. Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності (за досвідом забезпечення національної безпеки складовими сектору безпеки і оборони у ході російсько-української війни): Збірник тез доповідей науково-практичної конференції (Львів, 29-30 листопада 2023 р.). – Львів: НАСВ, 2023. – 381 с.
3. Наказ Головнокомандувача Збройних Сил України від 28.08.2020 року № 127 “Про затвердження Інструкції з формування оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних та загальних вимог до перспективних (нових, модернізованих) систем (комплексів, зразків) озброєння та військової техніки Збройних Сил України”.

Сидоренко Віктор Кононович - старший викладач кафедри галузевого машинобудування (полковник в відставці), e-mail: kgtz.vk7@gmail.com Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, ORCID <https://orcid.org/0009-0005-7610-4433>, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, м. Дніпро, Україна, 49010.

Лосіков Олександр Михайлович - старший викладач кафедри галузевого машинобудування, e-mail: a.m.losikov@ust.edu.ua Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, ORCID <https://orcid.org/0009-0004-5523-7651>, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010.

Sydorenko Viktor - senior lecturer, department of sectoral engineering (colonel, retired), email: kgtz.vk7@gmail.com Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7610-4433>, Ukrainian state university of science and technology, Lazariana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010.

Losikov Olexander - senior lecturer, department of sectoral engineering, email: a.m.losikov@ust.edu.ua Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5523-7651>, Ukrainian state university of science and technology, Lazariana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010.

О. О. Околович, Д. В. Сніжко

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЗАВДАНЬ ВЕРТОЛІТА МІ-8 ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ Й ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ

Анотація: перевага вертольотів як засобів вогневої підтримки з повітря, обумовлюється їх здатністю пересуватися за бойовими порядками Сухопутних військ, швидко наносити удари за наказом загальновійськового командування. Слід зазначити, що у порівнянні зі швидкісними літальними апаратами, вертольоти здатні ефективно знищувати об'єкти противника не тільки в глибині його розташування, а й розташованих від них неподалік. У зв'язку із застарілістю вертолітного парку Збройних Сил України існує необхідність модернізації наявних вертольотів з використанням новітніх технологій.

Ключові слова: авіаційний транспорт, вертоліт, модернізація, бойові завдання, тактико-технічні вимоги

Abstract: the advantage of helicopters as a means of fire support from the air is determined by their ability to move according to the battle formations of the Ground Forces, to quickly strike on the orders of the combined military command. It should be noted that, compared to high-speed aircraft, helicopters are able to effectively destroy enemy objects not only in the depth of their location, but also located nearby. Due to the obsolescence of the helicopter park of the Armed Forces of Ukraine, there is a need to modernize the existing helicopters using the latest technologies.

Keywords: air transport, helicopter, modernization, combat missions, tactical and technical requirements.

На сучасному етапі серед літальних апаратів різних типів, що застосовуються у мирних та військових цілях значне місце відводиться саме тим, які мають можливість здійснювати зліт та посадку без поступової швидкості. Враховуючи їх невеликі габарити та високу маневреність можна стверджувати, що вони є менш доступною ціллю для авіації та засобів ППО противника, можуть найбільш ефективно використовувати особливості місцевості для прихованого підходу до об'єктів противника, здійснення маневрів у ході виконання бойових задач, забезпечення найбільш детального обстеження заданого району, виявлення мало розмірних цілей.

Проте, на даний час, вертолітний парк Збройних Сил України є застарілим. Це підтверджує доцільність створення нових або модернізацію наявних вертольотів з використанням новітніх технологій

Зазначимо, що під час бойових дій головною ударною силою є тактична авіація. Великого розмаху набуває застосування армійської авіації. Під час бойових дій вертольоти армійської авіації виконують наступні завдання:

- десантування аеромобільних та повітрянодесантних підрозділів;
- доставка в район бойових дій зброї та боєприпасів;
- забезпечення вогневої підтримки сухопутних військ у різноманітних видах бою;
- знищення об'єктів на передньому краї та в тактичній глибині ворога;
- самостійна боротьба з танками та іншими броньованими машинами;
- забезпечення маневру та дій військ у бою;
- повітряна розвідка противника, радіаційна, хімічна та інженерна розвідка місцевості;
- радіоелектронне придушення засобів управління військами та зброєю противника;
- коректування вогню артилерії;
- мінування з повітря та постановка димових завіс;
- пошук та спасіння терплячих біду екіпажів;
- забезпечення управління військами та зв'язком під час бою;
- евакуація поранених та хворих.

Виходячи з переліку завдань, що покладаються на вертолітну авіацію можна сформулювати основні тактико-технічні вимоги до вертольота.

На сучасному етапі ринок авіації постійно висуває нові, більш жорсткі вимоги до зразків АТ, що призводить до необхідності їх безперервного удосконалення. Передусім це пов'язано зі зростанням вимог до більш ефективного застосування АТ, безпеки польотів, а також-економії ресурсів. Реалізація цих вимог базується на впровадженні нових наукових розробок, як при створенні нових зразків АТ, так і при модернізації існуючих та потребує розробки відповідного методологічного забезпечення.

Необхідність проведення модернізації зразків АТ потребує вирішення її завдань, що пов'язані з обґрунтуванням її доцільності, визначенням її оптимальних варіантів та формуванням раціональних планів її проведення.

Модернізація авіаційного парку має дві протилежні тенденції: з одного боку, необхідно розробити такі варіанти повітряних суден (ПС) та авіаційних комплексів (АК), які будуть відповідати світовому рівню на тривалий період; з іншого боку – ресурсні можливості замовника модернізації обмежені та потребують постійного усучаснення.

Запропоновано принцип спільного рішення задачі синтезу АК, який модернізується, і задачі розподілу ресурсів при проведенні модернізації. При цьому в умовах прийняття рішення на реалізацію програми модернізації з урахуванням виділених обсягів фінансування, заданої кількості АК, що має пріоритет над задачею синтезу і може вносити в її рішення корективи. Наприклад, при недостатності фінансових ресурсів на реалізацію програми модернізації АК можливе скорочення чисельності модернізації АК, а також вибір варіантів їх модернізації зі скороченим складом обладнання тощо.

Розроблено методологічні основи модернізації АК і парків на їх основі, що дають змогу ухвалювати обґрунтовані рішення щодо модернізації як в умовах достатності ресурсів, так і в умовах їх недостатності та невизначеності.

У сучасних вимогах для більшості держав світу модернізація транспортних парків, особливо авіаційних, дозволяє:

- поліпшити кількісні та якісні характеристики транспортних засобів;
- розширити їх можливості у разі витрат набагато менших, ніж закупівля нових зразків техніки.

Одержати максимальний ефект від модернізації транспортних парків можна, вирішуючи комплекс завдань управління проектами з обґрунтуванням цільових комплексних програм оновлення парків, розробляючи методологічні та оптимізаційні варіанти модернізації транспортних засобів з урахуванням необхідних ресурсів.

Оснащення вертольотів Мі-8МТВ двигунами типу ТВ3-117ВМА-СБМ1М-03 дозволяє, як свідчить дослідження, значно підвищити висотність модернізованих вертольотів завдяки покращеним характеристикам авіаційного двигуна. Разом з цим виникає завдання забезпечити на збільшених висотах польоту надійну роботу певних систем вертольота, гідравлічної системи зокрема. Особливістю роботи ГС на збільшених висотах польоту може бути виникнення кавітації на вході гідравлічного насосу.

Кавітація - це місцеве закріплення рідини, що обумовлено зниженням тиску в потоці, з наступною конденсацією парів в області підвищеного тиску. Кавітація супроводжується місцевими гідравлічними мікроударами великої частоти та одночасного впливу високої температури виникає руйнування (ерозія) поверхонь деталей.

Кавітація рідини на вході гідравлічного насоса також призводить до різкого зниження його продуктивності, внаслідок чого може статися повна відмова гідросистеми.

Розглянемо основні льотно-технічні характеристики, властивості, здатності вертольота.

Швидкість польоту є найважливішою льотно-технічною властивістю вертольота, що безпосередньо впливає на спроможність літального апарата успішно долати зони ППО противника.

За статистичними даними на теперішній час найбільш ймовірними діапазонами швидкості польоту вертольотів при виконанні бойових завдань буде 200...250 км/год. Для успішного подолання зон ППО противника необхідно забезпечувати політ з максимально можливою швидкістю на гранично малих висотах. Рівень сучасних досягнень зі швидкості горизонтального польоту вертольота складає 275 ... 350 км/год і обмежена можливостями несучого гвинта створювати необхідну підйомну та пропульсивну силу. Максимальна швидкість горизонтального польоту вертольота - прототипу Мі-8МТ з максимальною злітною

масою на висотах від 0 до 1000 м складає 250 км/год. Досягти значного збільшення максимальної швидкості польоту вертольота Мі-8МТ без суттєвих змін конструкції несучої системи, заміни силової установки, виконання заходів, спрямованих на зменшення шкідливого опору неможливо. Розширити діапазон допустимих швидкостей горизонтального польоту в бік максимальної швидкості можливо за рахунок використання нового профілю лопаті, якій має кращі аеродинамічні характеристики.

Маневреність - здатність вертольота змінити положення в просторі, швидкість, висоту й напрям польоту протягом певного періоду часу. При цьому маневреність можна визначити як спроможність виконання маневру чи швидкої зміни траєкторії руху та стану вертольота при безпосередньому контролі льотчика. Найбільш суттєвими маневрами є:

- маневри з максимальною тягою несучого гвинта на режимі висіння (розвороти, вертикальні зміни, швидкий рух униз);
- вихід на ціль, маневрування при стрільбі чи бомбометанні.

Досвід ведення бойових дій вертольота Мі-8МТ показав, що більшість часу бойового польоту займали маневри з перевантаженням до 1,8...2,0G. Тому необхідно, щоб вертоліт, який проектується, мав можливість виконувати маневри з нормальним перевантаженням $n_y=2,0$.

Вантажопідйомність залежить від різниці між максимальною злітною масою та масою власної конструкції вертольота. Використання нового профілю з кращими аеродинамічними характеристиками дозволяє збільшити корисне навантаження, а також підвищити безпеку польотів.

Збільшення вантажопідйомності можливо завдяки використанню сучасних матеріалів у конструкції несучої системи, а саме установка несучого гвинта виготовленого з композитних матеріалів. Завдяки цьому можливо збільшити корисне навантаження на 600-700 кілограм, на відміну від прототипу.

Висота польоту — відстань по вертикалі від певного рівня до вертольота. Розрізняють висоти: - істинну (від рівня точки, що знаходиться безпосередньо під повітряним судном); - відносну (від рівня порога ЗПС, рівня аеродрому, найвищої точки рельєфу тощо); - абсолютну (від рівня моря). В останній час, при виконанні польотів в зоні бойових дій, важливим став параметр безпечної висоти польоту - мінімально допустимої висоти польоту, що гарантує вертоліт від зіткнення з землею поверхнею або перешкодами на ній.

Але для вертольотів висота польоту характеризується величиною статичної та динамічної стелі. Сучасний політ дає можливість транспортувати війська та вантажі на обмежені площадки, які розташовані в горах. Тому підвищення можливості польоту вертольота на максимальних висотах, величини статичної та динамічної стелі повинні бути достатньо високими. Виходячи з цього можемо зробити висновок, що для вертольота, що проектується, необхідно задати $H_{ст}=1850\text{м}$, $H_{дин}=6000\text{м}$.

Злітно-посадочні характеристики мають забезпечувати:

- вертикальний зліт без розбігу й посадку без пробігу.
- набір висоти і зниження під будь якими кутами до горизонту.
- зліт та посадку з пробігом.

Крім цього вони повинні дозволити базування на площах обмежених розмірів. Данні характеристики дозволяють вертольотам водночас зліт та посадку великими групами, що особливо важливо для десантування.

Отже, сучасний ринок постійно висуває до зразків АТ, нові більш жорсткі вимоги, що призводить до необхідності їх неперервного удосконалення. Передусім це пов'язано зі зростанням вимог до більш ефективного застосування АТ, безпеки польотів та економії ресурсів. Саме модернізація АТ дозволяє довести застарілу техніку до рівня сучасних вимог, за наявності на порядок менших витрат. Тому модернізація АТ є пріоритетним напрямком більшості країн світу, зокрема України. Характерними тенденціями у розвитку вертольотів є вдосконалення різних його частин та агрегатів, вчасності несучого гвинта з метою підвищення маси корисного навантаження, збільшення ресурсу експлуатації тощо.

Список використаних джерел:

1. Аналіз конструктивно-технологічних особливостей хвостових балок вертольотів транспортної категорії. –Х.:ХАІ, 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docplayer.ru/37393163-Analiz-konstruktivno-tehnologicheskikh-osobennostey-hvostovyh-balok-vertoletov-transportnoy-kategorii.html>
2. Стаття "Можливості ОПК України щодо модернізації бойових вертольотів ПС ЗСУ та налагодження їх ліцензійного виробництва". Аналітична записка [Електронний ресурс]-
3. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/mozhlivosti-opk-ukraini-schodo-modernizacii-boyovikh-vertolotiv-ps>
4. Krivtsov V.S., Karpov Y.S., Losev L.I.. Designing of helicopters. 2003. – 82с.

Околович Олександр Олегович – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба м.Харьків, e-mail: okol2507ovich@gmail.com

Сніжко Дмитро Володимирович – викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м.Харьків, e-mail: dimasnezhko68@gmail.com

Okolovych Oleksandr – Bachelor of Aviation Transport, Masterstudentin, e-mail: okol2507ovich@gmail.com, Charkiw National University of the Air Force, benannt nach ihr Ivan Kozheduba, Charkiw.

Snizhko Dmytro – Associate Professor of the Department of Aviation Engineering, e-mail: dimasnezhko68@gmail.com Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkiv.

Д. М. Петраков, В. В. Кондратенко

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ МАНЕВРЕНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАКІВ-ВИНИЩУВАЧІВ МІГ-29 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: виконання завдань під час бойових дій проти військової агресії російської федерації винищувальною авіацією показало високу її ефективність, але й виявило ряд недоліків по її застосуванню, які вказують на необхідність модернізації існуючих у Збройних Силах України зразків літальних апаратів їх силової установки, обладнання та озброєння.

Тому актуальною задачею є покращення льотно-технічних характеристик літака-винищувача типу МіГ-29, а саме – покращення його маневрених характеристик у всьому діапазоні висот і швидкостей польоту. Одним із можливих напрямків розширення маневрених характеристик винищувачів є удосконалення їх аеродинамічного компонування, використання додаткових рульових поверхонь, зокрема переднього горизонтального оперення.

Ключові слова: конструктивне удосконалення системи керування літаком, аеродинамічне компонування, інженерно-авіаційна служба, військова авіація,

Annotation: fulfillment of missions during combat operations against the military aggression of the Russian Federation by fighter aircraft has shown its high efficiency, but also revealed a number of shortcomings in its use, which indicate the need to modernize the existing aircraft models in the Armed Forces of Ukraine with their power plant, equipment and weapons.

Therefore, an urgent task is to improve the flight characteristics of the MiG-29 fighter aircraft, namely, to improve its maneuvering characteristics over the entire range of altitudes and flight speeds. One of the possible ways to expand the maneuvering characteristics of fighters is to improve their aerodynamic layout, use of additional control surfaces, in particular, front horizontal plumage.

Key words: constructive improvement of the aircraft control system, aerodynamic compounding, aeronautical engineering service, military aviation.

Керування літаком - ручне з автоматичними режимами, здійснюється через гідравлічні приводи. Виконане за необоротною схемою, тобто зусилля від кермових поверхонь не передаються назад на ручку керування літаком.

Для поздовжнього керування служить стабілізатор, що відхиляється.

Поперечне керування здійснюється за допомогою елеронів і стабілізатора в режимі «ножиці».

Шляхове керування здійснюється двома рулями напрямку, установленими на КІЛЯХ.

Для поліпшення злітно-посадочних характеристик літака в кореневій частині консолей крила розташовані однощільні закрилки, а по розмахові крила носки, що відхиляються. Відхиленням носків при пілотажі поліпшуються маневрені характеристики літака.

Аеродинамічне компонування літака, використання на маневрі переднього горизонтального оперення та носків крила, що відхиляються, в комбінації з великою тягоозброєністю дозволяють отримати високі маневрені характеристики в широкому діапазоні кутів атаки, висот і швидкостей польоту. Автоматичні системи, застосовувані в поздовжньому каналі керування (СОС, АПУС), дозволяють найбільше повно використовувати маневрені можливості літака, запобігаючи при цьому вихід його на режими звалювання.

Літак виконаний за інтегральною схемою з несучим корпусом, який плавно переходить у крило із закрилками й носками, що відхиляються, напливами, двокілевим вертикальним оперенням, двома ТРДДФ, переднім горизонтальним оперенням, стабілізатором, що диференційно відхиляється, елеронами й рулями напрямку.

Використання на маневрі ПГО та носків, що автоматично відхиляються, крила в комбінації з великою тягоозброєністю дозволяє зберігати високі маневрені характеристики літака в широкому діапазоні кутів атаки, швидкостей і висот польоту.

Літаки типу МиГ-29 мають високі маневрені можливості завдяки значній тягоозброєності та несучим властивостям. При роботі двигунів на режимі «Повний форсаж» на зльоті ($H=0$, $V=0$) тягоозброєність літака дорівнює 1,08. Несучі властивості літака забезпечують на дозвукових режимах польоту отримання нормального перевантаження 9,0 та коефіцієнта

піднімальної сили $c_{ya} = 1,5$.

Розрахункова маса літака дорівнює 14200 кг. при даній масі максимальне експлуатаційне перевантаження на числах $M \leq 0,85$ дорівнює 9 (мінімальне $-2,5$), а на числах $M > 0,85$ вона дорівнює 7 (мінімальне $-1,5$). Дані обмеження обумовлені міцністю конструкції. Зменшення максимального експлуатаційного перевантаження на числах $M > 0,85$ обумовлено збільшенням витрат піднімальної сили на балансування.

Крім того існують обмеження максимального експлуатаційного перевантаження в діапазоні чисел $M=0,85 \dots 1,2$ **по ефективності стабілізатора**.

Розширити діапазон експлуатаційних перевантажень можливо за рахунок використання переднього горизонтального оперення, яке в польоті з числами $M > 0,85$ створюватиме додатковий момент кабрирування, тобто частково розвантажить стабілізатор та крило. З аналізу отриманих залежностей можна зробити наступні висновки:

- відхилення ПГО на маневруванні дає можливість збільшити величину максимального допустимого перевантаження з 4,5 до 5,5;

- максимальна піднімальна сила крила при використанні ПГО може бути збільшена до $Y_{кр \max} = 1\,290\,811,18 \text{ Н}$;

800 КН, тобто є певний запас до досягнення

- використання ПГО дає можливість усунути обмеження з величини перевантаження по вичерпанню ефективності стабілізатора.

Розширити діапазон експлуатаційних перевантажень можливо за рахунок використання переднього горизонтального оперення, яке в польоті з числами $M > 0,85$ створюватиме додатковий момент кабрирування, тобто частково розвантажить стабілізатор та крило.

Використання переднього горизонтального оперення на маневреному літаку надає наступні можливості:

- зменшення витрат на балансування за рахунок зменшення величини від'ємної піднімальної сили на основному горизонтальному оперенні;

- переміщення аеродинамічного фокуса літака вперед і можливість керувати його положенням у польоті для забезпечення заданих характеристик керованості;

- усунення або зменшення обмеження величини нормального перевантаження з причини втрати ефективності стабілізатора;

Можливість створення штучно нестійкого літака, що при роботі автомата стійкості дає економію пального і збільшує дальність польоту літака приблизно на 3...5%.

Список використаних джерел:

1. Шевченко С.В., Тарасцев А.Г. Конструкція та міцність літальних апаратів. Ч. I, II.- Х.: ХУПС, 2007
2. Зайцев В. Н., Рудаков В. Л. Конструкция и прочность самолетов. - Киев: Вища школа, 1978.
3. Шарко Д.Г., Олійник Г.С., Бердочник В.А. Конструкція та міцність літальних апаратів. Навчально - методичний посібник для виконання дипломного та курсового проектування. – Х.: ХУПС, 2005.

Петраков Данило Миколайович – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 4utopka@gmail.com.

Кондратенко Владислав Валерійович – старший технік обслуговування авіаційно-технічного загону, e-mail: vladkondratenko703@gmail.com.

В. І. Лавренко, В. О. Касьян

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЛЕГКОГО БОЙОВОГО ЛІТАКА

Анотація: у роботі розглянуто питання обґрунтування параметрів силової установки для легкого бойового літака Л-39, який використовується для навчально-бойових завдань та підготовки пілотів. З огляду на вимоги до потужності, маневреності, надійності та економічності, дослідження фокусується на визначенні оптимальних характеристик силової установки, здатної забезпечити необхідні льотно-технічні характеристики літака. Проведено аналіз існуючих двигунів, зокрема моделі AI-25TL, то розглянуто їх переваги і недоліки в контексті вимог до навчально-бойових літаків. Досліджуються ключові параметри, такі як потужність, тягово-ваговий коефіцієнт, споживання палива, вага та надійність силової установки. Робота завершується рекомендаціями щодо оптимальних параметрів силової установки для забезпечення ефективності експлуатації Л-39, а також пропозиціями для можливої модернізації або заміни двигунів з метою підвищення ефективності та надійності літака.

Ключові слова: силова установка, модернізація, продуктивність, довговічність, маневреність, експериментальні випробування, надійність, економічність.

Abstract: The paper discusses the issue of substantiation of the parameters of the power situation for the L-39 light combat aircraft, which is used for combat training and pilot training. Taking into account the requirements for power, maneuverability, reliability and economy, the study focuses on determining the optimal characteristics of the power plant capable of providing the necessary flight characteristics of the aircraft. An analysis of existing engines, in particular the AI-25TL model, was carried out, and their advantages and disadvantages were considered in the context of the requirements for combat training aircraft. Key parameters such as power, traction-weight coefficient, fuel consumption, weight and reliability of the power plant are examined. The work concludes with recommendations on the optimal parameters of the power plant to ensure the efficiency of the L-39 operation, as well as proposals for possible modernization or replacement of engines in order to improve the efficiency and reliability of the aircraft.

Key words: propulsion, modernization, performance, durability, maneuverability, experimental tests, reliability, economy.

У сучасних умовах значна увага приділяється розвитку і вдосконалення військової авіації, зокрема легких бойових літаків, які є економічно ефективними та маневреними засобами для вирішення широкого спектра завдань, включаючи розвідку, підтримку сухопутних військ та оборону повітряного простору. Літак Л-39, спочатку створений як навчально-тренувальний, завдяки своїй надійності, універсальності та простоті в експлуатації, часто використовується як легкий бойовий літак. Однак, щоб підвищити його ефективність в бойових умовах, необхідно вдосконалити силову установку для забезпечення оптимальної тяги, паливної економічності, збільшення дальності польоту та покращення маневрених характеристик. [1].

Основною метою даної роботи є дослідження, розробка та обґрунтування параметрів силової установки, які забезпечують ефективну експлуатацію літака Л-39 як легкого бойового запасу. Це включає визначення оптимальних показників тяги, маси, витрати палива і надійності, які підвищують бойову ефективність та забезпечать відповідність сучасними вимогами до літаків цього класу.

Для досягнення поставленої мети будуть використовуватись наступні методи:

1. Аналіз літератури та існуючих технологій.
- огляд існуючих розробок і технічних рішень, що застосовується в силових установках для легких бойових літаків.
2. Математичне моделювання.

- побудова математичних моделей для прогнозування поведінки силової установки на різних режимах польоту, що дозволить визначити оптимальні параметри для обраної конструкції.

3. Комп'ютерна симуляція.

- використання комп'ютерного моделювання для вивчення впливу зміни параметрів силової установки на льотні характеристики літака.

4. Експериментальні дослідження.

- проведення випробувань із використанням прототипів або цифрових моделей для перевірки обґрунтованих параметрів силової установки в реальних або наближених до реальних умовах.

5. Основні завдання дослідження.

- аналіз існуючих силових установок для легких бойових літаків. Дослідження двигунів, що використовуються на легких бойових літаках, їхні конструктивних особливостей, потужності, надійності та витрати палива.

- визначення оптимальних параметрів тяги, ваги та витрати палива. Вибір оптимального співвідношення між тягою двигуна та масою літака для забезпечення найкращих льотних характеристик Л-39.

- вивчення перспективних двигунів і технологій. Дослідження можливості застосування сучасних та перспективних технологій для підвищення ефективності силової установки Л-39.

- проведення моделювання та аналізу. Застосування математичного та комп'ютерного моделювання для оцінки впливу різних параметрів на льотні характеристики літака Л-39 з обраною силовою установкою.

- розробка рекомендації щодо покращення силової установки. Формулювання практичних рекомендацій для реалізації вдосконаленої силової установки.

6. Наукова новизна дослідження.

- в роботі будуть визначені та обґрунтовані параметри силової установки, які сприятимуть покращенню технічних характеристик легкого бойового літака Л-39. Зокрема, буде вперше розглянуто застосування сучасних двигунів та технологій для вдосконалення цього типу літака з урахуванням специфіки його бойового застосування.

7. Практичне значення дослідження.

- отримані результати дозволять на основі теоретичних і експериментальних даних обґрунтувати вибір оптимальних параметрів силової установки для літака Л-39, що підвищить його ефективність у бойових умовах. Запропоновані рекомендації можуть бути використані як в процесі модернізації існуючих літаків Л-39, так і при розробці нових модифікацій легких бойових літаків.

8. Очікування результату та їх застосування.

- оптимізація тягових і вагових характеристик для підвищення маневреності та ефективності літака.

- зниження витрат палива і підвищення економічності експлуатації, що дозволить збільшити дальність польоту без збільшення маси літака.

- підвищення надійності силової установки в умовах бойових дій, що покращить безпеку і довговічність літака.

- розробка методичних рекомендацій щодо модернізації силової установки для підвищення бойових характеристик літаків Л-39.

Таким чином, дане дослідження спрямоване на підвищення бойових і експлуатаційних можливостей літака Л-39 за рахунок оптимізації його силової установки, що відповідає вимогам до сучасних легких бойових літаків. Використання обчислювальних методів і практичних випробувань дозволить досягти балансу між продуктивністю та економічністю, необхідним для успішної експлуатації літака. Так же, дане дослідження охоплює ключові аспекти параметрів силової установки для легкого бойового літака Л-39. Вивчення різних типів двигунів, застосування комп'ютерного моделювання та розробки.

Список використаних джерел:

1. Бабіченко С.І., Бутурлін А.М. Аеродинаміка та динаміка польоту літаків, 2012.

2. Колесник Г.В. Авіаційні двигуни і силові установки, 2015.
3. Теорія та конструювання літальних апаратів / під ред. А.А. Гришина, 2010.
4. Ісаков П.Є. Конструювання авіаційних двигунів та агрегатів, 2009.
5. Технічний паспорт та інструкція з експлуатації двигуна AI-25ТЛ, 1980.
6. Рукопис по модернізації і ремонту авіаційних двигунів , 2000.

Лавренко Валерій Іванович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Касьян Всеволод Олегович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: vsevolod.kasyan@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6231-2605>.

Lavrenko Valerii Ivanovych –senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Kasyan Vsevolod Olegovich – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: vsevolod.kasyan@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6231-2605>.

І. Б. Ковтонюк, Р. В. Григоренко

ПОКРАЩЕННЯ ЗЛІТНО-ПОСАДКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА ТИПУ МІГ-29 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

***Анотація:** покращення злітно-посадкових характеристик існуючих серійних винищувачів, з метою забезпечення зльоту та посадки на значно пошкоджену злітно-посадкову смугу.*

***Ключові слова:** винищувач, злітно-посадкова характеристика.*

***Abstract:** improving the take-off and landing characteristics of existing production fighters, in order to ensure take-off and landing on a significantly damaged runway.*

***Key words:** fighter, take-off and landing characteristics.*

Повітряні Сили Збройних Сил України відіграють важливу роль у захисті суверенітету й територіальної цілісності держави в умовах тривалого військового конфлікту з російською федерацією. Їхня діяльність зосереджена на виявленні, протидії та відстороненні ворожих загроз, а також захист повітряного простору України. У рамках цих завдань українська авіація активно залучається до оборонних операцій. Успіх багатьох завдань залежить від можливостей та надійності літальних апаратів, що робить модернізацію вертольотів Повітряних Сил ЗСУ однією з пріоритетних задач.

В результаті проведених конструктивних змін винищувача, отриманий ПС з більш високими показниками злітно-посадкових якостей, а так само маневрених характеристик. Це дозволяє більш ефективно його використовувати на палубі авіанесучого корабля та на аеродромах з укороченою ЗПС.

Спроекований літак перевершує прототип та подібні літаки ймовірного противника по допустимому куту атаки та коефіцієнту піднімальної сили, а також по балансувальному значенню піднімальної сили і якості. В результаті цього вдалось добитися значного зменшення злітної і посадкової швидкості, а також довжини розбігу і пробігу, що дозволило зменшити вироблення палива на зльоті і посадці, а також, дозволило збільшити час бойового чергування в польоті і підвищити ефективність «вільного польовання».

Постановка керованого напливу в корені крила незначно збільшує масу літака, за рахунок збільшення хорди крила відбувається зміщення фокусу ЛА вперед на величину близько 14%, це дозволить розмістити додаткові баки в хвостовій частині літака з гарантією їх виробку. Що знову таки впливає на тривалість польоту.

Забезпечення стійкості спроекованого літака на кутах атаки від 0° до 40° дозволило підвищити безпеку польотів.

Спроекований ЛА має ряд переваг, що перевершують прототип і існуючі зразки подібного класу:

- отримано приріст балансування значення коефіцієнта піднімальної сили з 1,08 до 1,15 на зльоті і з 1,13 до 1,2 на посадці, що становить 7,1%;
- діапазон допустимих кутів атаки збільшується з 26° до 35°, тобто на 30,7%;
- Значення аеродинамічної якості на балансувальних кутах атаки зросло з 6,1 до 6,9, тобто на 13%;
- забезпечено запас порожньої стійкості у всьому діапазоні кутів атаки;
- в результаті доопрацювань злітна і посадкова швидкості зменшилися на 7%;
- довжина пробігу і розбігу знизилася на 21%.

Таким чином, дослідження показали, що наплив, який відхиляється є ефективним засобом механізації передньої кромки крила та дозволяє покращити ЗПХ винищувача.

Установка нових керованих поверхонь дозволить суттєво покращити злітно-посадкові характеристики. Балансування проводиться стабілізаторами, які відхиляють нульову вісь стабілізатора відповідно відхиленню напливу, дане балансування буде здійснювати САК.

Найбільш ефективний кут відхилення напливу на злітно-посадкових режимах польоту – кут відхилення вгору на 10°. Цей кут дає найбільш добрі балансувальні характеристики на злітних кутах атаки. На великих кутах вихори, що генеруються напливами, руйнуються і вплив напливу на крило знижується. В результаті чого погіршуються і загальні несучі властивості літака.

Список використаних джерел:

1. Державна програма розвитку Збройних Сил України на 2006-2011 роки. Основні положення.
2. Керівництво по льотній експлуатації виробу 9-12.
3. Зайцев В.Н., Федоров Р.М. «Конструкція та міцність літаків».
4. Ништ М.І. «Аеродинаміка літальних апаратів та гідравліка їх систем».

Ковтонюк Ігор Борисович – начальник кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: igor_kovtonyuk@ukr.net ;

Григоренко Роман Валентинович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: Grigorenkoroma3@gmail.com ;

Kovtonyuk Ihor Borysovych – head of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: igor_kovtonyuk@ukr.net ;

Hryhorenko Roman Valentinovich – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: Grigorenkoroma3@gmail.com ;

О. О. Майданик, А. М. Мацуї, Є. В. Мелешко

АВТОМАТИЗАЦІЯ АВТОНОМНОГО ПОЛЬОТУ БПЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОВНІШЬОГО МОДУЛЯ НАВІГАЦІЇ

Анотація: робота присвячена актуальній на даний час проблемі, а саме протидії радіоелектронної боротьби (РЕБ) при проведенні аеророзвідки. Зменшити вплив РЕБ можливо використанням повітряного ретранслятора. Однак для керування ним використовується система навігації GPS, яка має певні. Запропоновано навігаційний модуль для підвищення надійності польоту та автоматизованого утримання та повернення БПЛА до точки вильоту.

Ключові слова: БПЛА, радіоелектронна боротьба, GPS-навігація, інерційна навігаційна система.

Annotation: the work is devoted to the problem, which is currently topical, namely the counteraction of electronic warfare (EW) during aerial reconnaissance. It is possible to reduce the influence of EW by using an airborne transponder. However, it uses GPS navigation system to control it, which has certain limitations. A navigation module is proposed to improve flight reliability and automated retention and return of the drone to the point of departure.

Keywords: drones, electronic warfare, GPS navigation, inertial navigation system.

Для виконання високоякісної аеророзвідки та ретрансляції сигналів виникає проблема застосування GPS модулів та радіозв'язку через необхідність забезпечення прямої видимості.

На даний час виникає значна проблема з використанням повітряних ретрансляторів через велику кількість засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Повітряний ретранслятор – це дрон, обладнаний радіоретранслятором, який використовується для продовження сигналу на інший дрон. Зазвичай для виконання таких завдань застосовують комерційні безпілотники серії DJI Mavic, а також безпілотники, що працюють на базі польотних контролерів і програмного забезпечення Ardupilot з розвиненими автоматичними режимами польоту. Такі дрони працюють на радіочастотах 2,4, 5,8 ГГц та 1,5 ГГц (GPS-сигнал), які найчастіше піддаються глушінню.

На рис.1 зображено блок-схему функціонування повітряного ретранслятора. Така система здебільшого застосовується для збільшення дальності сигналу БПЛА типу FPV, що переважно використовуються на фронті. Система складається з наземної станції, БПЛА-ретранслятора, пульта оператора та пульта керування БПЛА, що виступає носієм ретранслятора. Наземна станція включає дві частини: пульт оператора (пульт управління та монітор або відеоокуляри) і зовнішню антену, закріплену на щоглі. Для зв'язку між ними використовується кабель довжиною 30-50 метрів, що дозволяє віддалити операторів від антен та працювати з укриття.

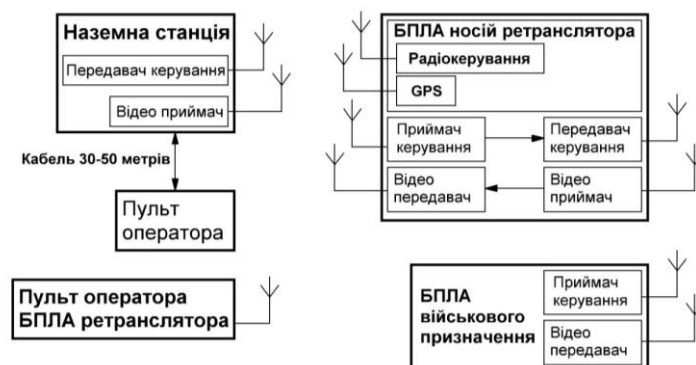


Рисунок 1 – Блок схема роботи повітряного ретранслятора

Основна проблема цієї системи полягає в БПЛА, який слугує носієм ретранслятора і використовує для польоту та утримання позиції GPS-навігацію. У сучасних умовах на фронті використання GPS ускладнюється через заглушення сигналу та спуфінг (заміну координат).

БПЛА, що приймає сигнал від ретранслятора (військовий або FPV-дрон), зазвичай використовує інші частоти радіозв'язку для функціонування в умовах роботи засобів РЕБ.

У ситуації з радіозв'язком можна покладатися лише на GPS та виконання польоту в повністю автоматичному режимі за місією, яка заздалегідь записується в контролер польоту. Проте глобальна система позиціонування GPS має певні недоліки [1]:

- вплив кількості супутників, що передають сигнал на GPS-приймач, залежно від конкретних погодних умов;

- місцезнаходження та свідоме приховування або зміна координат.

При глушінні радіочастотного керування та GPS-навігаційної системи, що є основою при позиціонуванні та виконанні польоту за маршрутом у БПЛА (автоматичний політ), подальше функціонування дрона стає неможливим. Це створює серйозну проблему, оскільки при втраті координат БПЛА здійснює посадку. У випадку підміни координат (потужніший радіосигнал із заздалегідь хибними даними) дрон починає рух у неправильному напрямку, що значно підвищує ризик його втрати.

Для виконання робіт з аеророзвідки необхідний режим утримання в певній точці на визначеній висоті. У сприятливих умовах БПЛА виконують ці завдання за допомогою GPS. Однак точність позиціонування при цьому залишається низькою, що призводить до відхилень апарата на певну відстань. Для вирішення цієї проблеми використовують інерційну навігаційну систему (ІНС). Вона є повністю пасивною і не вимагає радіосигналів, оскільки заснована на використанні датчиків просторового положення (гіроскопа), акселерометра (вимірювання прискорення) і магнітного компаса (визначення напрямку). Через обмежену точність ІНС їх застосовують переважно для стабілізації польоту, тоді як для точного визначення місцеположення використовують глобальну систему позиціонування GPS. Сучасні підходи до підвищення точності GPS-позиціонування описані в роботі [2].

Аналізуючи конструкцію контролера польоту, можна підключити окрему навігаційну систему через перемикач з приймачем радіосигналу, що симулюватиме його протокол обміну даними. Це дозволить вимикати приймач при поганому сигналі, зчитуючи інформацію про якість сигналу від приймача. Для досягнення максимальної точності навігації доцільно використовувати окремий блок на основі комп'ютерного зору. Такий блок повинен базуватися на одноплатному комп'ютері і бути оснащений камерою, спрямованою вниз. Камера фіксуватиме місцевість і зберігатиме її для порівняння під час проходження маршруту повернення. Також цю систему можна використовувати з попередньо завантаженою картою (зображенням) місцевості. На рис. 2 представлена блок-схема зовнішньої навігаційної системи.

Для досягнення кращих результатів до блоку комп'ютерного зору можна додати ІНС. У разі, якщо навігація за зображенням надаватиме неточні дані, маршрут можна коригувати за допомогою ІНС. Такий підхід значно підвищує надійність.

На блок-схемі показані два зовнішні модулі: один на основі ІНС, а інший — на основі одноплатного комп'ютера, оснащеного камерою. Для утримання БПЛА в одній точці найбільш ефективним є модуль, заснований на комп'ютерному зорі. Цей модуль працює за принципом порівняння зображень, визначення зміщення та подальшого перетворення цього зміщення в GPS-координати. Таким чином, цей модуль є взаємозамінним із стандартним GPS-приймачем. Система здатна працювати як для стабілізації позиції, так і для повернення до точки відправлення без використання GPS.

Отже, запропонована система може бути використана як навігаційний модуль для підвищення надійності польоту та автоматизованого утримання і повернення БПЛА до точки старту. Цей модуль можна застосовувати в таких сферах, як охорона території, енергетика [3] і військова справа. Особливо у військовій сфері існує велика потреба в подібних модулях, зокрема при роботі в складних умовах, де є радіозавди.

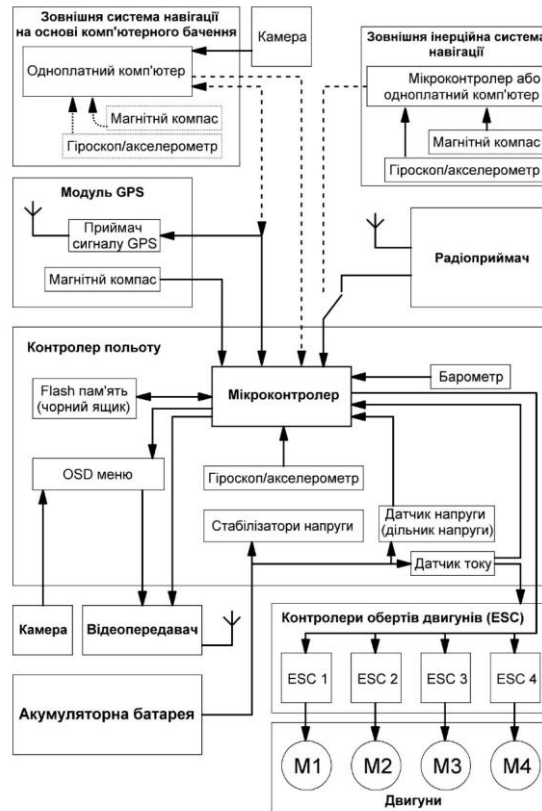


Рисунок 2 – Блок-схема зовнішньої системи навігації

Список використаних джерел:

1. https://око.укр/articles/GPS_GLONASS_AGPS_RTK/
2. Д. Побігайло, С. Ісков Сучасні методи покращення точності GPS-позиціонування. *Технічна інженерія*. 2024. С. 415-419. DOI: 10.26642/ten-2024-1(93)-415-419.
3. O. Kozlovskiy, D. Trushakov, S. Rendzinyak and V. Korud. Development of a UAV-based System for Technical Diagnostics of Overhead Power Lines. *24th International Conference on Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE)*, Grybów, Poland, 2023, pp. 1-4, DOI:10.1109/CPEE59623.2023.10285318

Майданик Олександр Олександрович – аспірант кафедри автоматизації виробничих процесів, e-mail: sanyamaidanyk@gmail.com, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8580-7502>

Мацуї Анатолій Миколайович – д-р техн. наук, професор, доцент кафедри автоматизації виробничих процесів, e-mail: matsuyan@ukr.net, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5544-0175>

Мелешко Єлизавета Владиславівна – д-р техн. наук, професор, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, e-mail: elismeleshko@gmail.com, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8791-0063>

Maydanyk Olexandr Oleksandrovych – Postgraduate student of the Department of Automation of Production Processes, e-mail: sanyamaidanyk@gmail.com, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, <https://orcid.org/0000-0002-8580-7502>

Matsui Anatolii Mykolaiovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Production Process Automation, e-mail: matsuyan@ukr.net, Central Ukrainian National **Technical University, Kropyvnytskyi, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5544-0175>**

Meleshko Yelyzaveta Vladyslavivna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Cybersecurity and Software, e-mail: elismeleshko@gmail.com, Central Ukrainian National **Technical University, Kropyvnytskyi, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8791-0063>**

В. В. Жук, М. М. Дігтярь**EFFECTIVE DETECTION AND ELECTRONIC COUNTERMEASURES
AGAINST ENEMY UAV**

Анотація: в даній тезі запропоновано один із варіантів підвищення ефективності виявлення та радіоелектронної протидії ворожим БпЛА. А саме встановлення на кожен борт БпЛА радіолокаційної станції та засобів РЕБ та об'єднання їх в тактичні групи. Такий підхід забезпечить ефективність застосування БпЛА в цілому.

Ключові слова: радіоелектронна боротьба; станція активних завад; БпЛА; радіоелектронні засоби; радіоелектронна протидія.

Abstract: this thesis proposes one of the options for improving the effectiveness of detection and electronic countermeasures against enemy UAVs. Namely, the installation of a radar station and electronic warfare equipment on each UAV board and their integration into tactical groups. This approach will ensure the effectiveness of the UAV's use in general.

Keywords: radioelectronic warfare; station of active radio-frequency interferences; electronic warfare; active jamming station; UAV; electronic means; electronic countermeasures.

An analysis of recent military conflicts has shown the effectiveness of unmanned aerial vehicles (UAVs) in gaining air superiority and destroying the main weapons of the enemy's ground forces. The growing interest in unmanned aerial vehicles is accompanied by a noticeable lack of detection capabilities. The growing interest in unmanned aerial vehicles is accompanied by a noticeable lack of detection equipment. Most of the available systems suitable for UAV integration are based on infrared, focal plane beams, laser and ultrasonic rangefinders. These systems usually require significant computing power for successful identification. Therefore, the introduction of a radar station in combination with other devices will increase the probability of detection and identification of enemy targets.

To use such a radar station a ground receiver and a display device are required. The on-board unit processes signals and sends information to the ground control station via a real-time data transmission channel. During the operation of the radar, GPS signals are used to generate high-quality radar information. The data is transmitted to the ground station operator for processing and further use of the information to destroy air targets with various means of destruction after the radar situation in a given airspace is completed.

It is also possible to use electronic means to counter enemy drones based on another UAV in a given direction, using the information received about the target.

Electronic jamming of the airborne component of an unmanned aerial vehicle (UAV) is aimed at ensuring guaranteed electronic jamming (EJ) of communication lines, as well as control and navigation systems of the UAV, radiation-guided or radio-detonating weapons on board, and UAV reconnaissance equipment in the radio wave range, taking into account possible countermeasures and various methods of protection against interference. To effectively counter UAVs with electronic warfare means, it is necessary to ensure timely detection and recognition of signals emitted by UAV onboard transmitters and the use of the UAV's own radar to detect enemy air targets, as well as simultaneous and comprehensive impact of radio interference on electronic equipment (EE) that provides direct use of UAVs (receivers of satellite navigation signals, command channel, manual control channel, telemetry and target information).

Therefore, combining multiple UAVs with radar and electronic warfare capabilities on board into groups to detect and electronically counter enemy drones and communicating clearly between them will result in a significant number of enemy UAV losses.

The use of UAV-based detection and countermeasures and clear communication within groups can be a crucial step in increasing the effectiveness of their use, which in turn will lead to air dominance.

Список використаних джерел:

1. Abraszek, P. (2009). MQ-9 Reaper - półtora roku operacji bojowych, Nowa Technika 34 Wojskowa, 5, pp. 60-64.
2. Glajzer, M. (2016). Uzbroić BSP - lotnicza amunicja małowabarytowa dla bezzałogowo-6wycych statków powietrznych. Nowa Technika Wojskowa, 7, pp. 88-93.
3. Antonio Calcara et al., "Why Drones Have Not Revolutionized War: The Enduring Hider-Finder Competition in Air Warfare," International Security 46, no. 4 (2022): web site. URL: <https://direct.mit.edu/> (accessed 06.11.2024).
4. Chairman of the Joint Chiefs of Staff (CJCS), Joint Air Operations, Joint Publication 3-30 (Washington, DC: CJCS, September 17, 2021): web site. URL: <https://www.jcs.mil/> (accessed 06.11.2024).
5. Christian Mamo, "Revitalizing Ukraine's Defense Sector, and with It, Its Military," Emerging Europe, March 26, 2021): web site. URL: <https://emerging-europe.com/> (accessed 07.11.2024).
6. Aaron Stein, "The TB2: The Value of a Cheap and 'Good Enough' Drone," Airpower after Ukraine series, Atlantic Council (website), August 30, 2022): web site. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/> (accessed 07.11.2024).
7. Latest Defence Intelligence update on the situation in Ukraine. Ministry of Defence, United Kingdom government organization: web site. URL: <http://surl.li/fmfad> (accessed 21.02.2023).
8. Markarian G., Staniforth A. Countermeasures for Aerial Drones. Boston, London: Artech House, 2021. 350 p.

Жук Валентин Вікторович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, e-mail: valzhuk79@gmail.com. Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7850-3765>.

Дігтярь Микола Миколайович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, e-mail: nikdeg1960@gmail.com. Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9208-7593>

Zhuk Valentin V. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft, e-mail: valzhuk79@gmail.com. Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7850-3765>

Digtyar Mikolay M. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft e-mail: nikdeg1960@gmail.com. Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7850-3765>

О. В. Босий, А. В. Головань, А. В. Головань

ОСОБЛИВОСТІ НАПРЯМІВ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Анотація: тези висвітлюють ключові аспекти розвитку сучасного озброєння та військової техніки (ОВТ) з огляду на вплив новітніх технологій на військову стратегію та способи ведення бойових дій. Аналізується зростаюча роль високоточної зброї, робототехнічних комплексів, безпілотних літальних апаратів, а також технологій інформаційно-мережевого управління у збройних конфліктах. Зроблено акцент на напрямках розвитку ОВТ, таких як підвищення функціональності та автономності бойових систем, використання нових матеріалів і технологій, економічність розробки та експлуатації ОВТ. Розглядається значення модульності та уніфікації ОВТ для адаптації до сучасних умов війни. Підкреслюється важливість прогнозування та підготовки до трансформацій у військовій сфері для підвищення обороноздатності країни.

Ключові слова: озброєння, робототехнічні комплекси, безпілотні літальні апарати, інформаційно-мережеві технології.

Abstract: the theses highlight the key aspects of modern weapons and military equipment (WME) development, focusing on the impact of advanced technologies on military strategy and combat methods. The growing role of precision weapons, robotic complexes (RC), unmanned aerial vehicles (UAVs), and network-centric management technologies in armed conflicts is analyzed. Emphasis is placed on WME development areas such as enhancing the functionality and autonomy of combat systems, the use of new materials and technologies, and the cost-effectiveness of WME development and operation. The significance of WME modularity and unification for adaptation to modern warfare conditions is examined. The importance of anticipating and preparing for transformations in the military sphere to strengthen national defense capability is emphasized.

Keywords: weapons, robotic complexes, unmanned aerial vehicles, network-centric technologies.

Останні роки демонструють стрімкий прогрес у розробці нових зразків ОВТ на базі новітніх технологій. Цей прогрес підвищує якісний рівень бойових систем і є особливо важливим сьогодні для України.

Військово-стратегічний аспект сучасних та майбутніх війн передбачає зміни у способах ведення бойових дій, з огляду на новітні технології.

Аналіз досвіду сучасної війни і збройних конфліктів останніх років показує значний вплив ОВТ на характер війни та стратегічні підходи до її ведення. Тому важливо своєчасно визначити можливі напрямки розвитку ОВТ та їх вплив на характер ведення бойових дій.

Історично збройне протистояння базувалося на двох ключових стратегіях: руйнування та зморювання, що передбачали або швидке завершення війни вирішальним ударом, або поступове виснаження супротивника.

З появою ядерної зброї відбулася кардинальна зміна у військовій стратегії. Ядерне стримування стало основною концепцією, що впливала на характер військового протистояння. Загроза застосування такої зброї та її наявність стали основними чинниками стримування.

На даний час до основних напрямів розвитку ОВТ можна віднести такі:

- новітні технології, що впливають на сучасну збройну боротьбу;
- удосконалення високоточної зброї та способів її застосування;
- імплементация робототехнічних комплексів (РТК) у структуру збройних сил;
- підвищення функціональності та удосконалення способів застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА);

- впровадження інформаційно-мережевих технологій в систему управління зброєю та військами;

- забезпечення модульності та уніфікації ОВТ;

- використання сучасних матеріалів при виробництві ОВТ;

підвищення мобільності та автономності ОВТ;
економічність розробки та експлуатації ОВТ.

Серед новітніх технологій, що впливають на сучасну збройну боротьбу насамперед слід відзначити гіперзвукову зброю та зброю на нетрадиційних принципах дії.

Гіперзвукові технології дозволяють створювати крилаті ракети, здатні долати сучасні системи ППО і вражати стратегічні цілі за лічених проміжок часу та обмежувати час на прийняття рішення щодо протидії. Зброя на нетрадиційних принципах дії базується на: лазерній, радіочастотній та інших видах спрямованої енергії, що забезпечує миттєве ураження об'єктів на значній відстані.

Удосконалення високоточної зброї передбачає реалізацію нових вимог до її точності, компактності та швидкості. Використання високоточної зброї дозволяє об'єднувати зусилля різних видів військ для проведення операцій одночасно на різних фізичних рівнях (наземному, повітряному, космічному), що значно підвищує синергію бойових дій.

Роботизовані комплекси, зокрема безпілотні підводні, надводні, наземні апарати, стають невід'ємною частиною збройної боротьби. Вони виконують завдання розвідки, вогневої підтримки, доставки боєприпасів і логістики. Розвиток РТК та їхнє застосування у навколосемному просторі відкриває нові можливості для розвідки, зв'язку та протиракетної оборони.

БПЛА вже зарекомендували себе як ефективні засоби розвідки та завдання ударів. Їх широке використання у сучасній війні підкреслює ефективність безпілотників у веденні бойових дій. З кожним роком БПЛА вдосконалюються, розширюються їх функціональні можливості, включаючи використання в оперативних та стратегічних операціях. Планується збільшення радіусу дії та тривалості польоту, що дозволить використовувати їх для довготривалих місій.

Впровадження інформаційно-мережевих технологій стає необхідним компонентом сучасних військових операцій. Інформаційна взаємодія між усіма рівнями військових структур дозволяє оперативно реагувати на зміни на полі бою та синхронізувати дії. Розвиток захищених каналів зв'язку, кіберзахисту та інформаційної безпеки набуває важливості для забезпечення захищеності від кібератак і інформаційної протидії противника.

Забезпечення модульності та уніфікації дозволяє створювати ОВТ, яке можна адаптувати до різних умов бойових дій шляхом зміни компонентів. Це підвищує оперативну гнучкість і знижує витрати на переоснащення. Універсальні платформи можуть виконувати різні функції, що дозволяє зменшити кількість різновидів ОВТ, необхідної для виконання бойових завдань.

Використання сучасних матеріалів при виробництві ОВТ, а саме, композитних матеріалів, нано- та біоматеріалів сприяє зменшенню їх ваги та збільшенню захисних властивостей. Це дозволяє підвищити мобільність та маневреність зразків ОВТ. Нові матеріали також сприяють зниженню видимості ОВТ для радарів (стелс-технології), що важливо для збереження тактичних переваг на полі бою.

Підвищення мобільності та автономності ОВТ надасть можливість бойовим системам діяти тривалий час без безпосереднього контролю оператора. Це особливо важливо для розвідувальних та ударних безпілотних систем. Підвищення мобільності дозволяє швидко передислокувати техніку в зону конфлікту, що важливо в умовах динамічних бойових дій.

Новітні зразки ОВТ повинні передбачати економічність їх розробки та експлуатації з урахуванням енергозберігаючих технологій та зниження екологічного впливу, що стає важливим фактором в умовах сучасної екологічної політики. Економічність є ключовим фактором у процесі розробки, оскільки високотехнологічна зброя вимагає значних інвестицій. Вартість озброєнь враховується з огляду на оптимальне співвідношення «вартість-ефективність».

Висновки: Для забезпечення обороноздатності держави необхідно постійно розвивати та інтегрувати новітні зразки ОВТ, включаючи високоточну зброю, РТК, БПЛА та зброю на нетрадиційних принципах дії.

Розвиток ОВТ у поєднанні з науково-технічним прогресом трансформує характер майбутніх війн, змінює структуру військових стратегій та методів ведення бойових дій.

Прогнозування та підготовка до таких змін є важливим завданням для підвищення обороноздатності країни.

Визначення пріоритетних напрямків розвитку Збройних Сил на основі нових технологій є необхідним кроком для адаптації до умов сьогодення.

Список використаних джерел:

1. Булгаков Р.В., Головань А.В., Головань В.Г., Нікул С.О. Методичний підхід до моделювання процесів розвитку озброєння та військової техніки. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 14 травня 2021 р.). – Львів: НАСВ, 2021. – С.124–125.

Босий Олександр Валерійович – викладач кафедри ракетно-артилерійського озброєння, e-mail: alexxboss1968@ukr.net Військова академія, м. Одеса, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3763-6999>

Головань Артур Вячеславович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння, e-mail: dopler@ukr.net Військова академія, м. Одеса, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5650-2972>

Головань Вячеслав Григорович – канд. техн. наук, професор, професор кафедри ракетно-артилерійського озброєння, e-mail: gvg55.gvg55@gmail.com Військова академія, м. Одеса, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4451-4703>

Bosiy Oleksandr Valeriyovych – lecturer of the Department of Missile and Artillery Weapons, e-mail: alexxboss1968@ukr.net Military Academy, Odesa, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3763-6999>

Golovan Artur Vyacheslavovych – PhD, associate professor, associate professor of the Department of Missile and Artillery Weapons, e-mail: dopler@ukr.net Military Academy, Odesa, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5650-2972>

Golovan Vyacheslav Hryhorovych – PhD, professor, professor of the Department of Missile and Artillery Weapons, e-mail: gvg55.gvg55@gmail.com Military Academy, Odesa, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4451-4703>

О. В. Бєсова, В. Ю. Вдовьонков, В. Д. Карлов, О. О. Копилов
СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВІДБЛИСКОВИХ ОПТИЧНИХ ПОЛІВ
ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ,
ЩО РУХАЮТЬСЯ НАД ВОДНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

***Анотація:** в роботі розглянута актуальність задачі виявлення малорозмірних повітряних цілей, що можуть рухатися на малих висотах над водними поверхнями. Пропонується використовувати затінювання дронами відблискового оптичного поля, що створюється при відбитті світла штучного або природнього джерела освітлення від водної поверхні. Розроблена модель, яка описує тонку відблискову структуру оптичного сигналу від водної поверхні.*

***Ключові слова:** дрон, затінювання, відблискове оптичне поле, водна поверхня.*

***Annotation:** the relevance of the task of detecting small-sized aerial targets that may be moving at low altitudes over water surfaces is discussed. It is proposed to use shading by drones from the reflected optical field created by the reflection of light from an artificial or natural light source on the water surface. A model has been developed that describes the thin reflective structure of the optical signal from the water surface.*

***Keywords:** drone, shading, reflected optical field, water surface.*

В ході російсько-української війни російська федерація з вересня 2022 року почала застосовувати іранські дрони-камікадзе "Shahed 136" для ураження об'єктів у глибині території України. По даним засобів масової інформації в росії (Татарстан, спеціальна економічна зона "Алабуга") з допомогою Ірану побудовано завод по зборці іранських дронів (ці БПЛА в російській армії мають назву "Герань2"). Завод розраховувався на випуск до 6000 одиниць на рік (але в цьому році ця кількість була виготовлена практично до вересня). Росія проводить роботи по модифікації дронів "Герань2" (очікується збільшення бойової частини з 50 кілограм до 90 кілограм). При цьому бойова частина цих дронів може бути не тільки уламково-фугасною частиною, але може встановлюватися і термобарична бойова частина. Вироблені в росії "шахеда" мають іншу обшивку фюзеляжу, яка дозволяє зменшити собівартість та час виробництва. Може застосовуватися і роздільна бойова частина, яка здатна пробивати посилені конструкції [1].

За час бойових дій зараз ворог змінює тактику застосування цих дронів [2]. Разом із "шахедами" росіяни стали запускати вглиб України значно дешевші перші дрони-приманки "Гербера" і "Пародія" та їх аналоги, які створені з пінопласту та деревини, мають менші розміри але завдяки розташованих на них "лінзах Люнеберга" імітують собою об'єкт, схожий на дрони-камікадзе "Герань2" і покликані відволікати увагу ППО та витратити більше боєкомплекту. Крім того ці дрони ще збирають розвіддані про нашу ППО. Друга зміна тактики — запуск дронів хвилями. Спочатку запускають дрони-оманливі цілі. У другу хвилю летять вже безпосередньо "шахеда" в перемішку з дронами-оманками. Остання хвиля — безпосередньо модифіковані "шахеда", які будують складні маршрути, здатні змінювати цілі, курс та висоту польоту. Третя зміна тактики — дрони почали літати на дуже низьких висотах, де їх вкрай тяжко виявити. При цьому аналіз маршрутів польоту свідчив про те, що вони здійснювалися вздовж річок, лиманів та інших водоймищ. В зв'язку з вище зазначеним на наш погляд зрозуміла актуальність науково-практичного питання виявлення та ідентифікації малорозмірних повітряних цілей типу БПЛА, що рухаються над водною поверхнею.

Помітність БПЛА визначається величиною його сигнатури в акустичному діапазоні, а також величиною його сигнатур в видимому, інфрачервоному та радіо діапазонах електромагнітних хвиль. Як відомо, для побудови корпусів сучасних БПЛА використовують композитні матеріали, що дає в радіодіапазоні дуже мале значення ефективної площі розсіювання. Ті БПЛА, що застосовуються вночі, з метою ускладнення візуального виявлення фарбуються в чорний колір. Достатньо невеликі двигуни, що застосовуються на дронах, випромінюють мало тепла, а при застосуванні електродвигунів практично неможливо виявити і їх акустичний шум.

Для виявлення БПЛА в доповіді пропонується використовувати затінювання ним відблискового оптичного поля, що створюється при відбитті світла штучного або природного джерела освітлення від водної поверхні, на якій завжди є різні хвилі, як внаслідок вітру та і з інших причин. З розвитком сучасних багатоелементних оптичних датчиків з'явилися нові технічні можливості по підвищенню розрізняювальної здатності при широкій смузі перегляду підстилаючої водної поверхні. Так сучасні лінійки ПЗЗ, що формують зображення зі стрічкою більше 10 000 пікселів, а з пристроями переносу зображення можливе отримання в стрічці більше 30 000 пікселів і навіть 50 000 елементів та більше. Сучасні оптичні датчики дозволяють реєструвати навіть окремі відблиски від поверхні води без блюмінгу (тобто без засвітлення сусідніх елементів в стрічці прийнятого оптичного сигналу).

Авторами була розроблена модель, яка математично описує тонку відблискову структуру оптичного сигналу від поверхні води, що реєструється сучасними багатоелементними оптичними датчиками. Водна поверхня є результатом накладання хвиль різних діапазонів, що завжди утворюються при наявності навіть слабкого руху повітряних мас, а також внаслідок зіткнення води, що тече, з різними перешкодами у руслі ріки. Ґрунтуючись на розробленій моделі в доповіді наведені результати аналізу просторово-часових розмірів відстані між окремими відблисками оптичного сигналу в залежності від умов освітлення водної поверхні та типу хвиль на поверхні води. Наявність просторово-часового затінювання відблискового оптичного поля буде сигналом проте, що між поверхнею води та місцем розташування багатоелементного оптичного є повітряна ціль. Аналіз зображення та розмірів тіні від цієї повітряної цілі може бути джерелом інформації для її подальшої ідентифікації.

Автори також розраховували діаграми, що дозволяють вибрати кути освітлення та візування поверхні води для спостереження сталого відблискового доріжки від природних джерел освітлення – місяця чи сонця, а також від штучних джерел освітлення. Використання цього явища при створенні оптико електронної системи спостереження дозволить значно зменшити ймовірність не виявлення вночі дронів противника, що пролітає над будь яким типом водної поверхні.

Список використаних джерел:

1. Тепер не тільки "шахеда". Як Росія наростила виробництво ударних БПЛА і чим відповідають українські інженери /Богдан Мірошніченко, Євген Будерацький <https://www.epravda.com.ua/publications/2024/10/17/720684>

2. Жодного дня без "шахедів": ворог хоче виснажити нашу ППО, але марно /Мирослав Ліскович <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3923803-zodnogo-dna-bez-sahediv-vorog-hoce-visnaziti-nasu-ppo-ale-marno.html>

3. Using a model of thin structure of reflected optical signal from water surface for selection of conditions for detecting low-flying uavs along the riverbed / Vdovyonkov V., Karlov V., Kopylov O., Biesova O., //XX міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба "Новітні технології – для захисту повітряного простору": тези доповідей, 02 – 03 травня 2024 року. – Х.: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2024. – С.551-552

Бєсова Оксана Васильовна – кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник, e-mail: butko75@ukr.net Харківський національний університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

Вдовьонков Володимир Юрійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізики та радіоелектроніки, e-mail: v.vdovenkov@gmail.com Харківський національний університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

Карлов Володимир Дмитрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізики та радіоелектроніки, e-mail: karlovvd@ukr.net Харківський національний університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

Копилов Олександр Олексійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри фізики та радіоелектроніки, e-mail: kopylovo@ukr.net Харківський національний університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків

Orsana Biesova – PhD in Technical Sciences, Senior Research Fellow, Senior Researcher at the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: bytko75@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7744-1339>

Volodymyr Vdovonkov – Candidate of Technical Sciences Associate Professor Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: v.vdovonkov@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2270-5629>

Volodymyr Karlov – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor Head of Department of Physics and Radioelectronics of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: karlovvd@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1043-684X>

Oleksandr Kopylov – Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Professor at the Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: kopylovo@ukr.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6699-295X>

**М. В. Петровський, І. М. Дегтярьов, Д. В. Мірошніченко,
П. В. Леонтєєв, В. О. Журба, В. Г. Ланчинський**
**ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЄКТУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ ПЛАТФОРМ ТА
МЕТОДИКИ ЇХ РОЗРАХУНКУ**

***Анотація:** в дослідженні обґрунтовано необхідність використання передових методик розрахунку, включаючи 3D-моделювання та чисельні методи для оптимізації конструкції та забезпечення надійності роботизованих платформ. Показано переваги застосування програмного середовища ANSYS для проведення віртуальних випробувань та аналізу поведінки платформи в різних умовах експлуатації. Доведено перспективи розроблення методик розрахунку надійності, довговічності та ремонтпридатності окремих вузлів роботизованої платформи.*

***Ключові слова:** чисельне моделювання, 3D-моделювання, ресурс.*

***Abstract:** the research substantiates the necessity of using advanced calculation methods, including 3D modeling and numerical methods, to optimize the design and provide reliability of robotic platforms. The advantages of using the ANSYS software environment for conducting virtual simulations and analyzing the behavior of the platform under various operating conditions are shown. The prospects for the development of methods for calculating the reliability, durability and maintainability of individual nodes of the robotic platform have been proven.*

***Keywords:** numerical simulation, 3D modeling, recourse.*

На даний момент провідні країни світу, що є лідерами за військовим потенціалом, прийшли до висновку, що війни майбутнього – це війни роботизованих комплексів. Про це, зокрема, свідчать керівні документи США, а саме: Стратегія роботизованих і автономних систем армії США до 2035 р., Операційна концепція армії США до 2040 р. та Інтегрована дорожня карта безпілотних систем на 2017-2042 роки [1]. У документах зазначається, що пріоритетом застосування військ є виконання підрозділами завдань з мінімізацією втрат особового складу. Одним із ключових шляхів досягнення цієї мети виступає роботизація озброєння та військової техніки, що сприяє як мінімізації втрат серед військовослужбовців, так і підвищенню ефективності виконання бойових завдань. Роботизовані платформи здатні вести розвідку і логістику, а також ведення бойових операцій, розмінування та евакуації поранених, що знижує ризик для життя військовослужбовців.

В умовах сучасних оборонних викликів з якими стикається Україна, розробка та впровадження роботизованих платформ у військовій сфері вимагає нових методологій проєктування, які повинні враховувати не лише типові кінематичні та динамічні параметри, але й специфічні вимоги, такі як стійкість до екстремальних умов, стелс-технології, автономність, інтеграцію зі системами зв'язку та керування, а також відповідність високим стандартам безпеки. Водночас, ефективне проєктування військових роботів потребує передових методик розрахунку, включаючи використання алгоритмів штучного інтелекту для адаптації до невизначених умов бойової обстановки та оптимізації витрат ресурсів. Таким чином, розробка інноваційних військових роботизованих платформ є надзвичайно актуальною і стратегічно важливою задачею, оскільки вона забезпечує технологічну перевагу на полі бою та сприяє підвищенню безпеки військових операцій у динамічно змінюваних умовах сучасного військового конфлікту.

Провідні світові виробники військової техніки, такі як General Dynamics, Lockheed Martin, Rheinmetall та інші, вже розробили й успішно впроваджують високотехнологічні роботизовані системи, здатні виконувати широкий спектр завдань – від розвідки та логістики до бойових дій. Проте наявні рішення є надзвичайно дорогими, що обмежує їхнє масове впровадження, особливо для країн із обмеженими оборонними бюджетами. З огляду на це, виникає необхідність розробки аналогічних роботизованих платформ, що мають схожі характеристики та орієнтованих на економічну ефективність. Це вимагає оптимізації конструкції та вибору матеріалів, зниження складності окремих модулів та компонентів, а також використання

локальних ресурсів і виробничих потужностей, що дозволяє значно скоротити вартість готової продукції. Крім того, застосування сучасних технологій, таких як адитивне виробництво, композитні матеріали та модульні підходи у проектуванні, допомагає значно здешевити процес створення військових роботів без втрати їх функціональних можливостей.

Під час бойових дій роботизовані комплекси використовуються для виконання завдань у складних умовах, які включають екстремальні температури, вологість, механічні навантаження. Це вимагає інноваційних підходів до їхнього проектування та чіткого обґрунтування методів розрахунку, що забезпечують надійність і довговічність таких платформ. Ключовим завданням у процесі проектування є створення високоточних 3D-моделей компонування платформи, що дозволяє детально відпрацьовувати конструктивні особливості, оцінювати розміщення основних вузлів та модулів, а також забезпечувати раціональне використання внутрішнього простору.

Методи чисельного моделювання, такі як метод скінченних елементів, дозволяють з високою точністю прогнозувати поведінку компонентів у робочих умовах та піддають їх віртуальному тестуванню, що суттєво знижує ризики на етапі фізичних випробувань. Розрахунки з використанням чисельного моделювання допомагають оцінювати розподіл навантажень на різних ділянках платформи та аналізувати її стійкість до зношування, вібраційних і ударних навантажень. Це особливо важливо для вузлів, які несуть основні механічні навантаження та працюють під високим тиском, наприклад, у ходових системах і привідних механізмах.

У роботі створено 3D-модель роботизованої платформи в програмному середовищі ANSYS [2], що надає низку переваг та робить цей підхід надзвичайно цінним для наукових досліджень і розробок у сфері військової робототехніки. ANSYS забезпечує високоточне моделювання та симуляцію, що дозволяє детально відтворити компонування платформи, її геометрію та матеріальні властивості окремих елементів. Це дало можливість отримати віртуальний прототип платформи, на якому проведено випробування різних конструктивних рішень без необхідності створення фізичного зразка. Такий підхід суттєво знижує витрати на етапі розробки, оскільки дозволяє проводити численні ітерації моделювання, поки не буде досягнуто оптимальної конфігурації. Чисельні методи, доступні в ANSYS, дозволили провести аналіз навантажень, деформацій та напружень у різних умовах експлуатації. Це особливо важливо для роботизованих платформ, що працюють у жорстких умовах і піддаються екстремальним механічним впливам. Використовуючи ANSYS, автори передбачили, як окремі елементи платформи реагуватимуть на такі впливи, що дозволило оптимізувати їхню конструкцію для підвищення міцності та надійності. Також здійснено розрахунки ресурсу, зокрема вдалося спрогнозувати знос і стійкість до вібраційних та ударних навантажень. Це дало змогу закласти в проєктовану платформу високу ремонтпридатність і мінімізувати ризики виходу з ладу під час експлуатації, що є критично важливим для військової техніки. Завдяки своїм можливостям для розрахунків, ANSYS було обрано, як потужний інструмент для підвищення ефективності розробки роботизованої платформи, що дозволяє знизити вартість і час на створення фізичного прототипу.

У процесі проектування додатково необхідною є розробка методик розрахунку надійності, довговічності та ремонтпридатності окремих вузлів роботизованої платформи. Військова техніка повинна не лише виконувати свої функції на полі бою, але й зберігати здатність до швидкого ремонту в польових умовах. Це вимагає розрахунку кожного елемента на стійкість до тривалого впливу високих навантажень, а також оптимізації конструкції з урахуванням зручності обслуговування та заміни зношених деталей. Таким чином, в роботі розроблений комплексний підхід до розрахунку військової роботизованої платформи, що дозволяє значно підвищити їхню функціональність та адаптивність у жорстких експлуатаційних умовах, що є критично важливим для сучасних військових операцій.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що створення багатофункціональних військових роботизованих платформ є важливим і стратегічно необхідним напрямом для підвищення обороноздатності сучасних армій. Розробка таких платформ, що поєднує інноваційні підходи до проектування, використання сучасних технологій 3D-моделювання та чисельного аналізу в програмному середовищі ANSYS, забезпечує високу ефективність і економічність. Чисельні методи дозволяють не лише оптимізувати конструкцію,

але й підвищують надійність і довговічність компонентів, що в умовах екстремальних навантажень гарантує працездатність платформ у складних бойових обставинах.

Крім того, необхідність зниження витрат на виробництво таких платформ, враховуючи економічні обмеження багатьох країн, стає важливою передумовою для створення конкурентоспроможної військової техніки. Оптимізація структури та вибір доступних матеріалів дозволяє значно скоротити витрати, не знижуючи ефективності та функціональних можливостей. Завдяки розробленим у роботі підходам до розрахунку на ремонтпридатність, платформи можуть легко обслуговуватись і ремонтуватись навіть у польових умовах, що знижує їх загальну вартість експлуатації та підвищує довговічність.

Таким чином, представлений в роботі підхід може бути застосований до розробки військових та цивільних роботизованих платформ, що є комплексним і ефективним рішенням, яке задовольняє сучасним оборонним потребам, забезпечуючи високу надійність та ефективність, що не тільки відповідає вимогам безпеки та оборони України, а і потребам сучасного суспільства.

Список використаних джерел:

1. Залипка В. Д. Особливості створення та застосування наземних роботизованих комплексів у провідних країнах світу та Україні. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, Т. 32, № 4. С. 60-65.
2. ANSYS release 19.0 Documentation for ANSYS WORKBENCH: ANSYS Inc.

Петровський Михайло Васильович – канд. фіз. - мат. наук, доцент, доцент кафедри електроенергетики, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: m.petrovskiy@etech.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0387-3136>

Дегтярьов Іван Михайлович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: ivan_dehtiarov@tmvi.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8535-987X>

Мірошниченко Дмитро Валерійович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник кафедри комп'ютеризованих систем управління, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: d.miroshnychenko@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6785-8996>

Леонтєв Петро Володимирович – канд. техн. наук, завідувач кафедри комп'ютеризованих систем управління, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: p.leontiev@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9494-9078>

Журба В'ячеслав Олегович – канд. фіз. - мат. наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: v.zhurba@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4475-9898>

Ланчинський Вадим Григорович – аспірант, кафедра комп'ютеризованих систем управління, Сумський державний університет, м. Суми, e-mail: v.lanchynskiy@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0777-9980>

Petrovskiy Mykhailo – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electric Power Engineering, Sumy State University, Sumy, e-mail: m.petrovskiy@etech.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0387-3136>

Dehtiarov Ivan – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Manufacturing Engineering, Machines and Tools, Sumy State University, Sumy, e-mail: ivan_dehtiarov@tmvi.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8535-987X>

Miroshnychenko Dmytro – PhD, Senior Research Scientist of the Department of Computerized Control Systems, Sumy State University, Sumy, e-mail: d.miroshnychenko@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6785-8996>

Leontiev Petro – PhD, Head of the Department of Computerized Control Systems, Sumy State University, Sumy, e-mail: p.leontiev@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9494-9078>

Zhurba Viacheslav – PhD, Associate professor, Associate Professor of the Department of Computerized Control Systems, Sumy State University, Sumy, e-mail: v.zhurba@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4475-9898>

Lanchynskiy Vadym – Post graduate student, Department of Computerized Control Systems, Sumy State University, Sumy, e-mail: v.lanchynskiy@ksu.sumdu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0777-9980>

О. А. Хіжнюк, Д. А. Головко, К. В. Пиль
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА

***Анотація:** виходячи з досвіду застосування в сучасному збройному протистоянні безпілотних авіаційних комплексів виникає необхідність вдосконалення системи керування БПЛА, алгоритмів та принципів їх застосування, досліджуються перспективи розробки новітніх апаратно-програмних комплексів для забезпечення сталої роботи в умовах застосування радіоелектронних завад системами радіоелектронної боротьби.*

***Ключові слова:** інерційна система навігації, радіоелектронне подавлення, радіоелектронна боротьба, безпілотні літальні апарати, безпілотні авіаційні комплекси.*

***Abstract:** based on the experience of using unmanned aerial vehicles in modern armed confrontation, there is a need to improve the control system of UAVs, algorithms and principles of their use, the prospects for the development of the latest hardware and software systems to ensure sustainable operation in the conditions of electronic interference by electronic warfare systems are investigated.*

***Keywords:** inertial navigation system, electronic jamming, electronic warfare, unmanned aerial vehicles, unmanned aircraft systems.*

Досвід протистояння збройній агресії показав, що в процесі експлуатації тих чи інших безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) на полі бою надважливим є те, як виробники організовують процес удосконалення своїх дронів з урахуванням тактико-технічних характеристик та потенційних можливостей ворожих засобів протидії БпАК. Доцільно врахувати здатність до еволюції систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) та радіоелектронного придушення (РЕП) противника, а також зміни алгоритмів роботи авіоніки ворожих дронів.

В гонитві за високою ефективністю застосування в повітряному просторі БпАК нескладно втратити крихкий баланс між собівартістю безпілотного літального апарату та його прогнозованою ефективністю в умовах дії навмисних завад та засобів протидії БПЛА.

Йде з обох боків межі збройного протистояння кропітка робота над модернізацією каналів зв'язку, змінюються алгоритми та принципи перебудови частот в каналах телеметричної інформації, вносяться корективи в алгоритми керування БпАК з додаванням додаткових сигналів корекції, виміряних бортовою інерційною системою навігації, що застосовується у випадках, коли застосовують систем радіоелектронного придушення та РЕБ.

Перспективним напрямком досліджень є метод пошуку шляхів удосконалення каналів керування та обробки даних БПЛА та БпАК в сукупності з моделюванням у віртуальному середовищі архітектури програмно-апаратного комплексу навігаційної системи з урахуванням варіантів застосування безпілотних засобів розвідки та ураження. Впровадження алгоритмів на базі відкритого програмного забезпечення (open – source software) забезпечує сталий та максимально дешевий розвиток новітньої концепції модернізації БпАК, натомість саме загальнодоступність відкритого програмного забезпечення (OSS) буде справжнім подарунком для ворожих систем розвідки та реєстрації параметрів безпілотних літальних апаратів.

Небезпечною складовою в цьому дослідженні також можуть стати конструктивні обмеження самої структури БПЛА. Наприклад, центральний спеціалізований обчислювач не може виконувати надскладні математичні операції у режимі реальному часі. Деякі алгоритми не здатні ефективно працювати в режимі швидкої обробки масиву польотних параметрів у реальному часу саме в аспекті застосування спеціалізованих обчислюючих систем на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) та безпілотних авіаційних комплексах (БпАК).

Потужність обертового моменту електродвигунів, так само як і ресурс їх використання, мають кінцеві значення. Збільшення потужності та коефіцієнту корисного навантаження неодмінно призведе до збільшення масо-габаритних характеристик в комплексі із зростанням рівня складності керування БПЛА.

Співвідношення потужності акумуляторної зборки для живлення БПЛА або БпАК завжди буде не на користь коефіцієнту маси, з пропорційним зростанням геометричних показників.

Зменшення ваги безпілотного літального апарату досягається впровадженням новітніх матеріалів та компонентів, що вкрай рідко призведе до зменшення рівня фінансових затрат на побудову таких БПЛА.

Для вдосконалення алгоритмів роботи навігаційної бортової системи та загальної апаратної частини потрібно застосовувати концепцію програмно-апаратної побудови авіоніки БпАК з урахуванням можливості гнучкої зміни параметрів системи та здійснити впровадження в штатну навігаційну систему корельованих лазерних гіроскопів в якості стійкої до впливу пристроїв радіоелектронного придушення (РЕП) системи обчислення польотних координат.

Неабиякою проблемою став той факт, що оптимальні параметри джерела живлення БПЛА досі не знайдені, але дослідження проводяться незалежними групами експертів та технічних фахівців в різних напрямках, від застосування примітивних двигунів реактивного типу до впровадження двигунів внутрішнього згорання, працюючих на бінарному (каталізатор та компонент високотемпературного згорання) принципі. В якості прикладу класичної системи живлення запропоновано використання акумуляторів типу літій залізо фосфат, а в якості новітнього джерела енергії розглядається можливість використання хімічних водневих реакторів.

Слід врахувати й те, що технічне обслуговування БпЛА та БпАК відрізняється від класичної системи, прийнятої в секторі пілотованої авіаційної техніки, де передбачено прогнозування виникнення відмов та поломок. Але оптимальний алгоритм технічного обслуговування (ТО) здатний завчасно виявити та усунути несправності як в формації пілотованих, так і безпілотних повітряних суден. Це має бути гнучкий та адаптивний алгоритм ТО, що не потребуватиме кардинальних змін ні в системі обслуговування, ні в системі навчання обслуговуючого персоналу.

Застосування сучасних програмно-апаратних комплексів діагностики дозволить ефективно використовувати БПЛА в різних варіантах його застосування, та зменшить ймовірність хибної роботи ланок керування та обчислення координат, що значно підвищить індекс економічної доцільності застосування саме безпілотних авіаційних комплексів.

Висновок. Отже, на основі проведених досліджень та запропонованих методів пошуку шляхів удосконалення з'являється можливість покращити ефективність застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та інтеграцію в існуючу систему обробки навігаційних координат додаткового модуля корекції, побудованого на основі корельованих малорозмірних лазерних гіроскопів. Враховуючи досвід використання БПЛА в якості ефективного засобу відсічі агресії окупантів, використання новітніх технологій та постійне дослідження шляхів модернізації систем керування та обчислення параметрів БПЛА, такі дослідження є вчасними та перспективними.

Список використаних джерел:

1. Гібридна війна проти України: історія, інструменти, технології. *Вінницька обласна універсальна наукова бібліотека імені Валентина Отамановського*. URL: <https://library.vn.ua/news-and-events/novini/gibridna-vijna-proti-ukraini> (дата звернення: 08.11.2024);
2. РЕБ. Що це і як засоби радіоелектронної боротьби протидіють ворожим ракетам. *Mind.ua*. URL: <https://mind.ua/publications/20269499-reb-shcho-ce-i-yak-zasobi-radioelektronnoyi-borotbi-protidiyut-vorozhim-raketam> (дата звернення: 08.11.2024);
3. Види каналів передачі даних в ХХ столітті. *Системный интегратор Украины, инженерные системы и сети: Кластер*. URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/upravlenie-peredachei-dannykh-po-analogovoi-linii/?srsltid=AfmBOooEEu2OW3EMO43krtxIqy1eQ3NnMFNSTOUx79NicB-MyxJBUxhS> (дата звернення: 08.11.2024);
4. Учасники проєктів Вікімедіа. Лазерний гіроскоп – Вікіпедія. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лазерний_гіроскоп (дата звернення: 08.11.2024).
5. ПОБУДОВА МАЛОГАБАРИТНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ | Наукові журнали та конференції. *Academic Journals and Conferences* |.

- URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ict/vsi-vypusky/volume-2-issue-1-2022/pobudova-malobarytnyh-prystroyiv-dlya-radioelektronnoho> (дата звернення: 08.11.2024).
6. Забіяка Н.А. Матеріало-заощаджувальні хімічні процеси виробництва водню в хімічній техніці та енергетиці : дис. ... док. філософії : 166. Харків, 2021. 142 с.
 7. Розділ 1 стратегії технічного обслуговування. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/9330036/> (дата звернення: 08.11.2024).
 8. Радіоелектронні системи : навч. посіб. для вузів / П. Ю. Баранов, В. П. Лавриненко, О. М. Мелешкевич, В. С. Дмитренко. — Одеса, 2012. — 232 с.: іл

Хіжнюк Олександр Анатолійович – викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: alexkotale@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5855-2798>

Головко Данійл Антонович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків e-mail: dandygolovko@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9558-5824>

Пиль Каріна Віталіївна – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків e-mail: Pilo3172@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-5718-9672>

Khizhnyuk Oleksandr Anatoliiovych - Lecturer, Department of Aircraft Electronic Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: alexkotale@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5855-2798>

Golovko Danylo Antonovych - cadet of the Faculty of Aviation Engineering Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: dandygolovko@gmail.com,

<https://orcid.org/0009-0002-9558-5824>

Pyl Karina Vitalievna - cadet of the Faculty of Aviation Engineering Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: Pilo3172@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-5718-9672>

С. О. Кібіткін

**СПЕЦІАЛЬНІ НАЗЕМНІ СЕРВІСНІ СТАНЦІЇ, ЯК СКЛАДОВА
БЕЗПЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ**

Анотація: інтенсивний розвиток безпілотної авіації в останнє десятиліття є об'єктивною закономірністю. Безпілотні літальні апарати (БпЛА) стають усе більш популярними і затребуваними, а безпілотні авіаційні системи (БАС) впроваджуються в самі різні області людської діяльності. Призначення сучасних БАС не обмежується тільки військової сфері. Швидко розширюється і сфера їх цивільного застосування (у таких галузях, як нафтогазова промисловість, транспорт, будівництво, сільське господарство, зв'язок та ін.), що надає додаткові імпульси розвитку безпілотної авіаційної техніки, а також спеціального устаткування для її обслуговування.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, безпілотні авіаційні системи, мультикоптери, джерела живлення.

Abstract: The intensive development of unmanned aviation in the last decade is an objective regularity. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are becoming more and more popular and in demand, and unmanned aerial systems (UAS) are being implemented in a variety of areas of human activity. The purpose of modern UAS is not limited only to the military sphere. The scope of their civil application is also expanding rapidly (in such industries as oil and gas industry, transport, construction, agriculture, communications, etc.), which provides additional impetus to the development of unmanned aerial vehicles, as well as special equipment for its maintenance.

Keywords: unmanned aerial vehicles, unmanned aircraft systems, multicopters, power sources.

На сьогодні велику частину парку усіх існуючих у світі БпЛА складають малі БпЛА із злітною масою до 150 кг і радіусом дії до 10 км. Як правило, основу силової установки у них складають електродвигуни з пропелерами, які живляться від хімічних джерел струму, найчастіше від акумуляторних батарей, що перезаряджаються.

У названому класі електричних апаратів, у свою чергу, можна виділити БпЛА вертолітнотипу, а також різні апарати гібридних схем, здатні виконувати вертикальний зліт і посадку (VTOL – Vertical Take - off and Landing), а також зависання в точці, як відмінна риса від БпЛА літакового типу, що має можливість, наприклад, точного прицілювання під час скидання боеприпасів на окупаційні війська. Особливо слід зазначити, що мультикоптери мають запит на виробництво їх у величезній кількості. Поширення сфер їх використання у всьому світі росте велетенськими темпами в основному завдяки росту попиту і появі застосування їх не лише у військової справі, але і в рішенні багатогранних цивільних завдань.

Переваги електричних мультикоптерів очевидні: відсутність необхідності мати злітно-посадочну смугу і взагалі які-небудь спеціальні пристосування для зльотів-посадок (наприклад, катапульты, спеціальні пастки, парашутні системи і так далі, що часто буває потрібне для апаратів літакового типу); висока маневреність і здатність виконання самих різних завдань з високою точністю; високі значення вантажопідйомності і скоропідйомності; екологічність (низький рівень шуму і відсутність викидів в атмосферу в порівнянні з апаратами з тепловими двигунами); простота і технологічність виготовлення.

За наявності такого переліку переваг впровадження електричних мультикоптерів в усі сфери життя було б ще стрімкішим, коли б не один їх серйозний недолік – відносно невелика питома енергоємність джерел живлення. Кращі з них (на сьогодні це літій-полімерні акумуляторні батареї) забезпечують максимальний час польоту близько 30 хв. Для забезпечення виконання БпЛА мултироторного типу своїх функцій впродовж триваліших тимчасових інтервалів потрібно засоби для заряджання або заміни бортових джерел живлення. Як варіант

рішення цієї задачі – включення у склад безпілотного авіаційного комплексу спеціальних наземних сервісних станцій, з можливістю автоматичного заряджання бортових джерел електроживлення.

Список використаних джерел:

1. Зброя російсько-української війни 2022-2023 років. Довідник-каталог основних зразків озброєння та військової техніки які застосовувалися протиборчими сторонами під час відсічі широкомасштабного вторгнення рф в Україну (24.02.2022 - 30.06.2023) / Міністерство оборони України, Апарат Головнокомандувача Збройних Сил України, Генеральний штаб Збройних Сил України, Центр досліджень воєнної історії Збройних Сил України. Київ : Видавництво Ліра-К, 2023. 243 с.

2. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів): посібник створений ветеранами бойових дій. UA Dynamics, 2022. 125 с.

Кібіткін Сергій Олександрович – доцент кафедри, Національна академія Служби безпеки України, м. Київ, e-mail: sergejkibitkin@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-8007-4015>.

Kibitkin Sergii O. – Associate Professor of the National Academy of the Security Service of Ukraine, Kyiv, sergejkibitkin@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-8007-4015>.

В. Г. Лебедев, Т. В. Чумаченко, А. В. Беспалова, Т. В. Ніколаєва, І. В. Пасєка

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНИХ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ СТРИЖНІВ ПРИ РОЗМІНУВАННІ

Анотація: застосування енергонезалежних екзотермічних стрижнів при розмінуванні дозволяє знешкоджувати вибухонебезпечні предмети на відстані, без ризику для саперів. Принцип дії стрижнів заснований на екзотермічній реакції, яка активується механічно, на певній відстані та швидко нагріває і розплавляє корпуси мін або інших боєприпасів, поступово руйнуючи ключові компоненти вибухового механізму.

Ключові слова: розмінування, екзотермічні стрижні, “ЭЛЬКАС-ТЕРМИТ”.

Abstract. the use of energy-independent exothermic rods in mine clearance allows for the neutralization of explosive objects at a distance without risk to sappers. The principle of action of the rods is based on an exothermic reaction, which is mechanically activated at a certain distance and quickly heats and melts the bodies of mines or other ammunition, gradually destroying the key components of the explosive mechanism.

Key words: mine clearance, exothermic rods, ELCAS-TERMITE

Розмінування в Україні зараз є надзвичайно актуальною темою. Великі території забруднені мінами та боєприпасами, що не розірвалися. Сапери щодня працюють, щоб забезпечити землі для мирного населення, сільського господарства та інфраструктури. 757 років знадобиться на розмінування нашої країни – таку цифру озвучило видання Time, посилаючись на словацький аналітичний центр GLOBSEC [1]. Державі потрібно розвивати та застосовувати інноваційні підходи для вирішення цієї проблеми. У світі існує понад 2500 типів мін. Вони можуть бути як металевими, так і неметалевими, мати контактні, неконтактні, акустичні, сейсмічні або радіоелектронні підрильники. А оснащення розумними електронними пристроями забезпечує мінам більшу ефективність та меншу вразливість щодо засобів боротьби з ними. Тому професія сапера залишається однією з найнебезпечніших у світі.

На кафедрі матеріалознавства та інженерії матеріалів Національного університету «Одеська політехніка» під керівництвом професора Лебедева В.Г. було розроблено енергонезалежний екзотермічний ріжучий олівець “ЭЛЬКАС-ТЕРМИТ”, призначений для розрізання металів і металевих виробів переважно зі сталей і чавунів без використання зовнішніх джерел енергії. “ЭЛЬКАС-ТЕРМИТ”, в залежності від діаметру і довжини, він може розрізати сталеві прутки діаметром до 22-25 мм та листовий матеріал товщиною до 6-8 мм [2]. Автоматична система електрозапалювання для зварювальних різаків дозволяє саперам безпечно виконувати різання на відстані, мінімізуючи безпосередній контакт із небезпечними об'єктами. Ця система застосовує принципи дистанційного керування та швидкої активації, що особливо важливо для безпечного знешкодження мін та боєприпасів.

Використання енергонезалежного екзотермічного ріжучого олівця “ЭЛЬКАС-ТЕРМИТ” та автоматичної системи електрозапалювання дозволяє знешкодити міни, якщо проплавити їх корпус.

Протипіхотні міни, які можна знешкодити шляхом проплавлення корпусу, зазвичай мають пластикову або металеву оболонку і містять вибухову речовину, доступ до якої можна отримати, зруйнувавши зовнішній корпус. Цей метод використовується в деяких випадках для деактивації мін, коли інші методи знешкодження, такі як розбирання або видалення детонатора, неможливі або занадто ризиковані.

Типи мін та ситуацій, коли проплавлення корпусу може бути ефективним:

Міни з пластиковим корпусом: Ці міни можуть бути безпечно знешкоджені шляхом нагрівання та розплавлення корпусу, що дозволяє зруйнувати їх конструкцію та уникнути детонації.

Міни з нестабільними детонаторами: якщо міна має чутливий до вібрацій або тиску детонатор, фізичний контакт з ним може бути дуже небезпечним. Проплавлення корпусу дає змогу знешкодити міну на відстані, не задіявши детонатор.

Міни з металізованим наповненням або уламками: у таких мінах проплавлення корпусу може спричинити руйнування основної конструкції та вивільнити внутрішню вибухову речовину, залишаючи її в неактивному стані.

Технологічні екзотермічні суміші (ТЕС) - це порошкоподібні суміші різних компонентів в основному окиснювачів і відновників (в нашому випадку 91% CuO + 9% В), які при певній температурі, званої температурою ініціації, вступають один з одним в екзотермічні реакції, в результаті яких виділяється велика кількість тепла, метали і шлаки, що може бути використано для різних виробничих цілей. Ущільнені ($\gamma = 0,8 - 2 \text{ г / см}^3$) в горючих і негорючих оболонках, що застосовуються в основному для пайки, пайки-зварювання, зварювання, наплавлення, напилення і розрізання металів. Для нормальної дії суміші необхідно, щоб компоненти останньої були тонко подрібнені і рівномірно змішані.

У досліджуваних термітних стрижнях (Рис 1,2) (91г CuO + 9г В) в якості відновлювача використовується бор. Для збільшення глибини проплавлення застосовується в основному мідний терміт, температура кристалізації термітного металу - міді приблизно на 500°C нижче, ніж температура кристалізації заліза.

Теплові процеси, які відбуваються при різанні металів вивчені в роботах Петрова О.Є., Рикаліна М.М., Ликова О.В. [3-5]. Всі ці дослідження базуються на теорії джерел і розрахунки, що проводяться на основі цих досліджень, дають прийнятні для практики результати. Однак при різанні екзотермічними стрижнями умови нагріву металу значно відрізняються від умов нагрівання електричною дугою

В якості основних горючих, слід вважати метали - магній, алюміній, бор, кальцій, кремній, силікокальцій, феросиліцій. Ці горючі задовільні як за енергетичними показниками, так і за економічними. З точки зору технології ці речовини так само задовільні, так як легко подрібнюються і можуть бути отримані у вигляді порошоків будь-якої необхідної дисперсності.

Основним висококалорійним піротехнічним паливом слід вважати алюміній. Використовується бороводневе паливо, які є більш калорійні, ніж звичайні вуглеводні [6,7].

Температура займання порошоків металів в дуже великій мірі залежить від розмірів і форми частинок, а також якості оксидної плівки, що покриває ці частинки. Чим вище дисперсність порошку металу, тим нижче температура займання.



Рис.1.Паперова оболонка, гільзи для набивання, пижі, та набиті стрижні



Рис 2. Процес та результат проплавлення металу

Лише використання сучасних технологій розмінування допоможе підвищити швидкість розмінування, та знизити ризики ушкодження саперів.

Список використаних джерел:

- [1] Хто і коли розмінує Україну: про інновації у розмінуванні, міжнародних партнерів та найближчих перспективах URL: <https://rubryka.com/ru/article/rozminuvannya-v-ukrayini/>
- [2] Ріжучі термітні олівці URL:<https://elkas.prom.ua/ua/g24728844-rezhuschie-termitnye-karandashi>
- [3] Шидловский А. А. Основы пиротехники. М., «Машиностроение», 1973. – 256с.
- [4] Плинер Ю.А., Игнатенко Г. Ф. Восстановление окислов металлов алюминием. М., Металлургиздат, 1967 - 176 с.
- [5] Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке / Н.Н. Рыкалин. - Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1951. – 294
- [6] Demirbaş A. Hydrogen and boron as recent alternative motor fuels //Energy Sources. – 2005. – Т. 27. – №. 8. – С. 741-748.
- [7] Li H. et al. Advances and Outlook of Boron–Hydrogen Containing Materials for Potential Clean Energy Applications: A Review //Energy & Fuels. – 2023. – Т. 37. – №. 16. – С. 11584-11607.

Лебедев Володимир Георгійович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри матеріалознавства та інженерії матеріалів, e-mail: lebedev.v.g@op.edu.ua Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2891-9708>.

Чумаченко Тетяна Валеріївна – д-р техн. наук, професор, професор кафедри матеріалознавства та інженерії матеріалів, e-mail: chumachenko-1981.28@ukr.net Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса ORCID <https://orcid.org/0009-0000-3942-2284>.

Беспалова Алла Вікторівна – д-р техн. наук, професор, професор кафедри організації будівництва і охорони праці e-mail bespalova.a.v.2015@gmail.com Одеська державна академія будівництва і архітектури, Одеса ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3713-0610>.

Ніколаєва Тетяна Володимирівна – аспірант кафедри матеріалознавства та інженерії матеріалів, e-mail: nikolaieva.t.v@opu.ua Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2670-3401>

Пасєка Ілля Вікторович – студент кафедри інженерії програмного забезпечення, e-mail: 9482138@stud.op.edu.ua Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса ORCID <https://orcid.org/0009-0002-6704-9530>

Lebedev Volodymyr Georgiyovich – Doctor of Engineering. Sciences, Professor, Professor of the Department of Materials Science and Engineering of Materials, e-mail: lebedev.v.g@op.edu.ua

Odesa Polytechnic National University, Odessa ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2891-9708>

Chumachenko Tetyana Valeriivna – Doctor of Engineering. Sciences, professor, professor of the Department of Materials Science and Engineering of Materials, e-mail: chumachenko-1981.28@ukr.net

Odesa Polytechnic National University, Odessa ORCID <https://orcid.org/0009-0000-3942-2284>

Bespalova Alla Viktorivna – Doctor of Engineering. Sciences, professor, professor of the Department of Organization of Life and Protection of Work e-mail:

bespalova.a.v.2015@gmail.com Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,
Odessa ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3713-0610>

Tetyana Volodymyrivna Nikolaeva – postgraduate student of the Department of Materials
Science and Engineering of Materials, e-mail: nikolaieva.t.v@opu.ua Odesa Polytechnic
National University, Odessa

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2670-3401>

Pasika Illya Viktorovich – student of the Software Engineering Department, e-mail:
9482138@stud.op.edu.ua Odesa Polytechnic National University, Odessa ORCID
<https://orcid.org/0009-0002-6704-9530>

О. М. Печененко, О. Є. Блискун, Я. В. Ярошенко

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИНИЩУВАЛЬНО-АВІАЦІЙНОГО ПРИКРИТТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА-ПЕРЕХОПЛЮВАЧІВ

Анотація: у тезах описані погляди авторів на підвищення ефективності винищувально-авіаційного прикриття за допомогою безпілотників-перехоплювачів. Розглянуті переваги та недоліки щодо застосування безпілотників-перехоплювачів для виконання завдань винищувально-авіаційного прикриття наземної компоненти Сил оборони та об'єктів інфраструктури.

Ключові слова: безпілотний авіаційний комплекс, безпілотник-перехоплювач; винищувальне-авіаційне прикриття; протиповітряна оборона.

Abstract: the theses describe the views of the authors on increasing the effectiveness of fighter-aircraft cover with the help of interceptor drones. The advantages and disadvantages of using interceptor drones to perform the tasks of fighter-aircraft cover of the ground component of the Defense Forces and infrastructure facilities are considered.

Keywords: unmanned aircraft complex, interceptor drone; fighter and aviation cover; air defense.

В умовах широкомасштабної збройної агресії РФ проти України, масованого застосування засобів повітряного нападу противника та розвідувальних безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) винищувально-авіаційне прикриття (ВАП) відіграє важливу роль у забезпеченні як національної безпеки та захисту повітряного простору, так і прикриття наземного компоненту сил оборони. Однак наявні в Повітряних Силах Збройних Сил України пілотовані винищувачі радянського парку мають певні обмеження щодо виявлення, захоплення та ураження низьковисотних, малозшвидкісних цілей типу безпілотний літальний апарат (БпЛА). FPV (First Person View) дрони-перехоплювачі надають нові можливості для підвищення ефективності винищувально-авіаційного прикриття та протиповітряної оборони в цілому [1-6]. Застосування БпЛА може доповнити та підсилити функції винищувально-авіаційного прикриття.

Завдяки можливості прямого управління оператором, забезпечують високу маневреність та здатність до швидкого реагування на загрози. Вони можуть бути використані для виявлення й ураження (знищення) розвідувальних БпЛА противника та інших низьколетячих, малозшвидкісних цілей. Сучасні дрони-перехоплювачі можуть діяти як автономно, так і у взаємодії з пілотованими винищувачами, що дасть змогу створити ешелоновану систему прикриття визначених об'єктів, військ (сил) від атак з повітря.

Застосування БпЛА-перехоплювач у системі винищувально-авіаційного прикриття має ряд переваг:

маневреність та швидкість реакції: БпЛА типу FPV здатні миттєво змінювати курс та висоту, що робить їх ефективними проти маневрених цілей;

економічна доцільність: БпЛА-перехоплювач є менш витратними у порівнянні з винищувачами, а також можуть діяти на менших висотах, не потребуючи палива та дорогих систем озброєння;

зниження ризику для пілотів: БпЛА працюють без участі людини на борту, що мінімізує ризик для пілотів у випадку бойових зіткнень.

Втім, використання БпЛА-перехоплювачів має й певні обмеження:

обмежений час польоту: Більшість FPV дронів мають короткий час автономної роботи через обмеженість батарей;

чутливість до впливу засобів РЕБ: дрони вразливі до радіоелектронної боротьби, що може обмежити їхню ефективність або навіть призвести до його втрати або перехоплення управління противником.

Для забезпечення ефективного прикриття повітряного простору важливою є координація дій БПЛА з винищувачами, тобто організація взаємодії. Винищувачі можуть виконувати завдання з виявлення великих, швидкісних і висотних цілей (літак, вертоліт, крилата ракета), в той час як БПЛА-перехоплювачі забезпечують захист від низьковисотних, малошвидкісних загроз, особливо на близьких відстанях (розвідувальні та ударні БПЛА противника). Зокрема, дрони можуть бути корисними у прикритті військових баз, критичної інфраструктури та об'єктів великого значення, де загроза від виявлення яких розвідувальними БПЛА противника є високою.

Висновки. БПЛА-перехоплювачі відкривають нові горизонти для винищувально-авіаційного прикриття та можуть значно підвищити ефективність системи протиповітряної оборони. Їх використання забезпечує гнучкість, економічну вигоду та ефективність, особливо в умовах, де винищувачі можуть бути неефективними або надмірно затратними. Проте їх інтеграція в комплексну систему протиповітряної оборони потребує подальших досліджень, особливо щодо організації взаємодії з іншими складовими системи протиповітряної оборони, протидії радіоелектронному впливу противника та збільшення часу роботи.

Список використаних джерел:

1. Олег Черниш. Дрони-дракони і перехоплювачі. Чи справді українці здійснили революцію в БПЛА. Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/cy9e90rv280o>. Дата звернення (25.09.24).
2. Як Україна дає відсіч путінським безпілотникам-розвідникам. Режим доступу: <https://tsn.ua/zbroya/yak-ukrayina-daye-vidsich-putinskim-bezpilotnikom-rozvidnikom-the-times-2674491.html>. Дата звернення (25.09.24).
3. Олександр Тартачний. Дрони, що збивають дрони: як працюють БПЛА-перехоплювачі. Режим доступу: <https://speka.media/droni-shho-zbivayut-droni-yak-pracyuyut-perexoplyuvaci-bpla-rn0r47>. Дата звернення (25.09.24).
4. Олександр Залата. Зброя проти “Шахедів”, розвідників і гелікоптерів: як в Україні створюють супердрони. Режим доступу: <https://focus.ua/uk/digital/662142-fpv-droni-v-ukrajini-yak-perehoplyuyut-bpla-i-gelikopteri>. Дата звернення (25.09.24).
5. Олександра Моллой. Як дрони змінюють сучасну війну? Режим доступу: <https://drukarnia.com.ua/articles/fpv-droni-v-rol-i-perekhoplyuvachiv-stattya-10-84IdB>. Дата звернення (25.09.24).
6. VANGUARD Українська мілітарі-спільнота. FPV-дрони в ролі перехоплювачів. Режим доступу: <https://mil.in.ua/uk/articles/yak-drony-zminyuyut-suchasnu-vijnu/>. Дата звернення (25.09.24).

Печененко Олег Михайлович, ад'юнкт кафедри авіації, Національний університет оборони України, проспект Повітряних Сил, 28, м. Київ, e-mail: o.pechenenko@ed.nuou.org.ua; ORCID <https://orcid.org/0009-0008-9925-3089>.

Ярошенко Ярослав Віталійович, доктор філософії, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу, Національний університет оборони України, проспект Повітряних Сил, 28, м. Київ, e-mail: yar_yaroshenko@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8651-4920>.

Блискун Олександр Євгенійович, доктор філософії, доцент кафедри авіації, Національний університет оборони України, проспект Повітряних Сил, 28, м. Київ, e-mail: o.bliskun@ed.nuou.org.ua; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7751-8313>.

Oleg Mykhailovych Pechenko, adjunct at the Department of Aviation, National Defense University of Ukraine, 28 Air Force Avenue, Kyiv, e-mail: o.pechenenko@ed.nuou.org.ua; ORCID <https://orcid.org/0009-0008-9925-3089>.

Yaroshenko Yaroshenko, Doctor of Philosophy, Senior Researcher of the Research Department, National Defense University of Ukraine, 28 Air Force Avenue, Kyiv, e-mail: yar_yaroshenko@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8651-4920>.

Blyskun Oleksandr Yevheniyovich, *Doctor of Philosophy, Associate Professor of the Department of Aviation, National Defense University of Ukraine, 28 Povitryaniy Sil Avenue, Kyiv, e-mail: o.bliskun@ed.nuou.org.ua; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7751-8313>.*

О. П. Терещенко, К. М. Татуревич

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Анотація. У сучасному світі важливим фактором розвитку економіки є надання транспортних послуг, тому одним з головних питань є розвиток транспортної структури та ефективність її функціонування, оптимізація за рахунок удосконалення сучасних систем і технологій.

Ключові слова: автономні автомобілі, електромобілі, Інтернет-речей (IoT), система допомоги водієві (ADAS), блокчейн, підключені автомобілі (Connected Vehicles), зелена енергія.

Abstract. In today's world, the provision of transportation services is a crucial factor in economic development. Therefore, one of the main issues is the development of transportation infrastructure and the efficiency of its operation, optimized through the improvement of modern systems and technologies.

Keywords: autonomous vehicles, electric vehicles, Internet of Things (IoT), Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), blockchain, connected vehicles, green energy.

Автомобільна галузь за останні десятиліття відзначила значні зміни завдяки впровадженню новітніх технологій. Це не тільки зробило автомобілі безпечнішими та ефективнішими, але й змінилося уявлення про транспортний загал. Розглянемо деякі з таких новітніх технологій.

Автономні транспортні засоби вже стали реальністю завдяки таким компаніям, як Tesla, Waymo та інші. Автопілот використовує сенсори, камери, радари та штучний інтелект для аналізу навколишнього середовища та прийняття рішень на дорозі без участі водія. Хоча автономні автомобілі ще не стали масовими, вони демонструють значний прогрес і можуть суттєво змінити правила гри в транспортній галузі. Очікується, що ці технології знизять кількість ДТП і заторів, щоб машини могли взаємодіяти між собою та приймати оптимальні рішення.

Електромобіль — автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів (BEV) або паливних елементів, але не двигуном внутрішнього згоряння. Одним із бестселерів початку XXI століття став електромобіль Mitsubishi i-MiEV, продаж якого розпочався у 2009 році. В Європі цей електромобіль більш відомий як Peugeot iOn та Citroën C-Zero. У лютому 2011 року Mitsubishi i-MiEV став першим електромобілем, який розійшовся тиражем у 10 000 екземплярів. Електромобілі пропонують екологічно чисту альтернативу традиційним автомобілям з двигуном внутрішнього згоряння. Сучасні електромобілі мають високий запас ходу і знижують викиди вуглецю, що робить їх числом елементів у боротьбі з глобальним теплом. Компанії на ринку Tesla, Nissan і BMW створюють значні ресурси для розробки нових моделей електромобілів та інфраструктури для їх зарядки.

У 1999 році Кевіном Ештоном вперше був введений термін «Інтернет-речей» (IoT) під час його роботи над Procter & Gamble, щоб описати систему, в якій фізичні об'єкти могли бути пов'язані з давачами і мережею Інтернет. Технологія інтернет-речей (IoT) в автомобільному транспорті дозволяє підключати автомобілі до мереж для обміну даними з іншими транспортними засобами, дорожньою інфраструктурою та навіть смартфонами водіїв. Системи на базі IoT дозволяють відстежувати трафік, отримувати попередження про небезпеки на дорозі, планувати маршрути, а також підтримувати віддалене керування функціями автомобіля (наприклад, відмикання дверей або керування кондиціонером). У майбутньому це може призвести до більш інтегрованого і зручного використання автомобільного транспорту.

Розширені системи допомоги водіям (ADAS – Advanced Driver Assistance Systems) — це технологія, яка допомагає уникати аварій і підвищувати комфорт керування. Сюди входять системи автоматичного екстреного гальмування, утримання смуги, адаптивний круїз-контроль,

паркувальні асистенти та інші системи, які допомагають водієві уникати аварійних ситуацій. ADAS стають все більш популярними і доступними в сучасних автомобілях.

Також, в автомобільному секторі збільшується впровадження та застосування блокчейну. Це дозволяє створювати прозорі та незмінні записи про кожен етап життєвого циклу автомобіля, включаючи його виробництво, продаж, технічне обслуговування та навіть використання в каршерингових системах. Блокчейн-технології можуть підвищити довіру до вторинного ринку автомобілів, завдати шкоди шахрайству, а також спростити керування логістичними процесами у великому транспорті

Автомобілі, які можуть взаємодіяти між собою та з інфраструктурою через бездротові мережі, отримали назву «підключені автомобілі» (Connected Vehicles). Автомобілі з такою технологією здатні взаємодіяти між собою (V2V – Vehicle to Vehicle) або з інфраструктурою (V2I – Vehicle to Infrastructure) для обміну інформацією про трафік, погодні умови, стан доріг тощо. Мета таких систем — підвищення безпеки та ефективності дорожнього руху. У перспективі технології V2V та V2I можуть значно зменшити кількість аварій і полегшити автоматизацію транспортного засобу.

Автомобільна промисловість активно розробляє рішення для використання відновлюваної енергії, яку також називають «зелена енергія», наприклад, сонячних батарей або водяних паливних елементів. Водневі автомобілі, такі як Toyota Mirai, вже доступні для споживачів, і хоча вони поки що не мають такого поширення, як електромобілі, їхня популярність зростає завдяки екологічній чистоті та швидкості заправки.

Можна зробити висновок, що сучасні технології на автомобільному транспорті змінюють наше сприйняття автомобілів та їх роль у нашому житті. Від автономних автомобілів до електромобілів і IoT – автомобільний галузь активно адаптується до нових викликів, включаючи екологічні проблеми, безпеку та підвищення комфорту водіїв. Технологічні інновації спрямовані на підвищення ефективності транспорту та створення безпечного, екологічного та зручного середовища для всіх учасників дорожнього руху.

Список використаних джерел

1. «Автономні транспортні засоби та майбутнє транспорту». Журнал Tech Trends Journal, 2023.
2. Інтернет джерело: Електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ»: «Розвиток електромобілів: вичерпний посібник». Автомобільні інновації. Посилання на джерело: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/>
3. Журнал IoT Today: «Як IoT трансформує транспорт», 2023р.
4. Global Automotive Review: «Удосконалені системи допомоги водієві: переосмислення безпеки дорожнього руху», 2023р.
5. Хроніки техніки: «Блокчейн в автомобільній промисловості: потенційні застосування», 2023р.

Терещенко Олександр Петрович - к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Татуревич Катерина Миколаївна - студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com.

Tereschenko Oleksandr - Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Taturevych Kateryna — student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

О. П. Терещенко, К. М. Татуревич

ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ, ЛОГІСТИКА, ОРГАНІЗАЦІЯ І БЕЗПЕКА РУХУ

Анотація. Військово-транспортні системи вирішують роль у забезпеченні успішного проведення бойових дій та підтримки боєздатності армії.

Представлено військово-транспортні системи, які є невід'ємною складовою ефективною військовою логістики.

Ключові слова: військово-транспортні системи, логістика, організація руху, безпека транспорту, військові операції, безпілотні системи.

Annotation. Military transport systems play a crucial role in ensuring the successful conduct of military operations and maintaining the combat readiness of the armed forces.

This paper presents military transport systems as an integral component of effective military logistics.

Keywords: military transport systems, logistics, movement organization, transport security, military operations, unmanned systems.

Військово-транспортні системи вирішують роль у забезпеченні успішного проведення бойових дій та підтримки боєздатності армії. Вони є ключовим елементом логістики військових операцій, оскільки без ефективного транспортування особового складу, техніки, боєприпасів та інших ресурсів досягнення перемоги стає вкрай складно. Крім того, безпека руху в умовах військових конфліктів — це один із головних факторів успішного виконання завдань.

Військово-транспортні системи включають різноманітні види транспорту, які використовують для перевезення військових вантажів і особового складу. Це можуть бути як сухопутні, повітряні, так і морські шляхи сполучення. Основними елементами військово-транспортної системи є:

- Сухопутний транспорт: автомобілі, бронетранспортери, залізничний транспорт.
- Повітряний транспорт: військові літаки, вертольоти, транспортні безпілотники.
- Морський транспорт: військові кораблі, десантні судна, підводні човни.

Військова логістика — це комплекс заходів, спрямованих на управління і організацію доставки ресурсів та підтримку їх руху під час військових дій. Основні завдання військової логістики включають:

- Планування і організація постачання. Для ефективною логістики необхідне чітке планування всіх етапів руху вантажів: від їх отримання до доставки на місце призначення.
- Транспортна мережа. Утворення ефективною мережі транспорту, яка з'єднується з пунктами постачання і бойовими підрозділами. Це можна включати використання різних видів транспорту для підвищення оперативності.
- Оптимізація ресурсів. Ефективне використання обмежених ресурсів у зоні бойових дій, зокрема палива, запчастин, медичного обладнання.
- Координація з союзниками. У випадку багатонаціональних операцій важливою є координація логістичних процесів між країнами та арміями.

Організація руху військових підрозділів і техніки має велике значення для успішного проведення операцій. Ключові фактори організації руху включають:

- Планування маршрутів. Вибір безпечних і найкоротших маршрутів для пересування військових колон, особливо в зоні активних бойових дій.
- Супровід і конвоювання. Для захисту транспорту від можливих атак місцями є заходи конвоювання та охорони колон.
- Взаємодія з цивільною інфраструктурою. Забезпечення безпеки цивільного транспорту, який може пересікати з військовими шляхами.

Щодо безпеки руху, необхідно отримати ризики від природних та штучних перешкод. Військові підрозділи повинні бути готові до непередбачуваних ситуацій, таких як вибухи мін, засідки або авіаційні атаки. Для цього передбачають використання систем раннього передавання,

супутникового моніторингу та технологій захисту транспорту.

Сучасні військово-транспортні системи активно потребують новітніх технологій для підвищення ефективності та безпеки. Серед перспективних напрямків можна виділити:

- Безпілотні системи . Використання безпілотних транспортних засобів для доставки ресурсів у важкодоступні або небезпечні райони.
- Інформаційні технології. Системи GPS, цифрового управління та моніторингу дозволяють значно підвищити ефективність логістичних операцій.
- Автоматизація транспорту . Технології автоматичного керування транспортними засобами допомагають мінімізувати людський фактор і ризику.

Таким чином, можна зробити висновок, що військово-транспортні системи є невід'ємною складовою ефективною військової логістики. Вони забезпечують вчасне постачання ресурсів і особового складу, що є критичним для досягнення успіху в бойових діях. Організація руху і забезпечення безпеки військових підрозділів є ключовими завданнями сучасних армій, особливо в умовах складних військових операцій.

Список використаних джерел

1. Я. Бедрій, Є. Тарнавський: «Військова логістика». 2021р.
2. Настанова з бойової підготовки сил логістики ЗСУ, ЦУЛ, 2023р.
3. Видання «Військова наука», Організація руху військових колон у сучасних умовах 2019р.
4. Інтернет джерело: Офіційний портал Верховної Ради України, Про затвердження «Інструкції про порядок виконання норм міжнародного гуманітарного права у Збройних Силах України», 2022р. Посилання на джерело: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0704-17#Text>
5. Інтернет джерело: Офіційний сайт Міністерства оборони України: «Логістичне забезпечення армії: чому в сучасних війнах все вирішує швидкість». Посилання на джерело: <https://www.mil.gov.ua/ministry/zmi-pro-nas/2019/04/09/logistichne-zabezpechennya-armii-chomu-v-suchasnih-vijnah-vse-virishue-shvidkist/>

Терещенко Олександр Петрович - к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschchenko96@gmail.com

Татуревич Катерина Миколаївна - студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: atereschchenko96@gmail.com

Tereschenko Oleksandr - Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: atereschchenko96@gmail.com

Taturevych Kateryna — student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: atereschchenko96@gmail.com

Г. В. Табачук

ТАКТИЧНА МЕДИЦИНА: ЗНАННЯ, ЩО РЯТУЄ ЖИТТЯ

Анотація. В роботі проведено аналіз надання громадянам України теоретичних знань та практичних навичок з організації і надання домедичної допомоги в бойових умовах та при невідкладних станах в побутових умовах навчальної дисципліни "Тактична медицина".

Ключові слова: санітарні втрати, індивідуальні військові аптечки, домедична підготовка, кровотечі.

Abstract. Analysis of providing citizens of Ukraine with theoretical knowledge and practical skills in the organization and provision of home care in combat and emergency situations in the home of the discipline "Tactical Medicine".

Keywords: sanitary losses, individual military first-aid kits, pre-medical training, bleedings.

Існують знання та навички, що ціняться на вагу золота. Такою є тактична медицина. Кожен може опинитися в ситуації, особливо в зоні бойових дій, коли треба врятувати поранену людину, і найстрашніше в цей момент - розгубитися та відчутти себе безпорадним.

Ці навички потрібні й цивільним, але ще більше - військовим, від швидких та компетентних дій яких залежить життя побратимів. Саме допотопний радянський підхід до тактичної медицини - причина високих втрат окупантів у війні з Україною.

Українці ж цінують життя та здоров'я кожного бійця. Тому тактична медицина входить в курс підготовки усіх військових. Що передбачає тактична медицина? Тактична медицина передбачає надання допомоги на догоспітальному етапі, націлене передусім на усунення попереджуваних причин можливої смерті військовослужбовця.

Тактична медицина – це спеціалізована галузь медичної практики, котра поєднує в собі медичні знання та військові навички.

Основна мета тактичної медицини — забезпечення своєчасного та ефективного надання першої допомоги постраждалим, спрямована на збереження життя та мінімізацію негативних наслідків травм до моменту евакуації постраждалих осіб у безпечне місце або медзаклад для подальшого лікування. Примітно, що, окрім бойових умов, знання та вміння можуть стати в нагоді не тільки на війні, а й під час надання допомоги цивільному населенню, яке постраждало за:

- ліквідація наслідків природних катастроф;
- терористичні акти;
- великих аваріях.

Під час бойових дій виділяють 3 етапи (зони) надання домедичної допомоги: • допомога під вогнем (червона зона) — (CUF, Care Under Fire); • допомога в тактичних умовах — секторі укриття (жовта зона) — (TFC, Tactical Field Care); • допомога під час тактичної евакуації (зелена зона) — (TEC, Tactical Evacuation Care). Тому навчання громадян України кафедри військової підготовки ВНТУ основам та деталям надання домедичної допомоги лежать у площині практичних занять. Кожний слухач після опанування теоретичної складової (лекції, слайди, навчальні фільми) переходить до проведення практичних навичок надання домедичної допомоги в різних ситуаціях бойових дій.

На кафедрі військової підготовки створена належна навчально-матеріальна база для вивчення та проведення практичних занять навчальної дисципліни «Тактична медицина» з військової підготовки за програмою підготовки офіцерів запасу. Отриманні з військових частин наочні матеріали першої медичної допомоги у військово-польових умовах: індивідуальні

військові аптечки (США, ІФАК/НАТО), ноша медична, джути кровоспинні гумові, пакети перев'язувальні індивідуальні, сумка військова медична та інше.

Крім практичних занять на базі кафедри військової підготовки проводяться комплексні практичні заняття на базі визначених військових частин та за домовленістю у Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І.Пирогова.

В програму засвоєння вивченого матеріалу обов'язково входить самостійна робота громадян України, яка здійснюється за планом роботи відповідно до тематичного плану, яку вони отримують від викладача. Методичне керівництво самостійною роботою здійснюється науково-педагогічним складом кафедри. Напередодні відпрацювання матеріалу тем, визначених для самостійного вивчення, викладач планує проведення консультацій, в ході якої визначається загальний напрямок вивчення матеріалу та навчальну мету, яку громадяни України повинні досягти під час вивчення відповідної тематики та зобов'язанні відпрацювати матеріал в конспекті.

Висновки

Проведений в роботі аналіз показав доцільність навчальної дисципліни «Тактична медицина» з метою набуття громадянами України кафедри військової підготовки здатності надання домедичної підготовки у випадку поранення, травми і ураження у різних зонах бойових дій та етапах медичної евакуації.

Список використаних джерел

1. Медсанбат: Стандарт підготовки І-СТ-3 (видання 2) Підготовка військовослужбовця з тактичної медицини. Київ 2015.
2. Тактика надання самопомоги та взаємодопомоги під час ведення бойових дій / навч. посібник / Уклад.: Р.С. Троцький, О.В. Чуприна, О.А. Блінов; за ред. М.О. Ктіторова. – К., 2016. – 137 с.

***Табачук Григорій Васильович** – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет. E-mail: gtabachukv@gmail.com*

***Tabachuk Hryhoriy Vasyliovych** – Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University. E-mail: gtabachukv@gmail.com*

Г. В. Табачук, К. М. Татуревич

ВІЙСЬКОВА ПСИХОЛОГІЯ: НЕЗАМІННИЙ ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ УКРАЇНСЬКОГО ВІЙСЬКА ТА ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

***Анотація.** Військова психологія – прикладна галузь психології, що досліджує психологічні проблеми виникаючі в процесі підготовки військовослужбовців і ведення війни, вивчає закономірності й механізми функціонування психіки людини, а також психологічні закономірності становлення конкретних видів військової діяльності. Представлено основні завдання військової психології, значення психологічної стійкості та інструменти психологічної допомоги.*

***Ключові слова:** військова психологія, психологічна стійкість, війна, посттравматичний стресовий розлад, стресостійкість, адаптація.*

***Abstract.** Military psychology is an applied branch of psychology that studies psychological problems arising during the training of military personnel and the conduct of war. It examines the patterns and mechanisms of human mental functioning, as well as the psychological patterns of the formation of specific types of military activity. The main tasks of military psychology, the importance of psychological resilience, and the tools of psychological assistance are presented.*

***Keywords:** military psychology, psychological resilience, war, post-traumatic stress disorder, stress resistance, adaptation.*

В умовах сучасних викликів, з якими стикається Україна, військова психологія набуває особливого значення. Військові конфлікти, що тривають на сході країни, а також загрози з боку агресора вимагають не тільки фізичної, але й психологічної готовності військовослужбовців. Військова психологія вивчає психологічні аспекти поведінки особистості у військових умовах, взаємодію між військовими, а також вплив стресових ситуацій на психічний стан особи.

Військова психологія має ключову роль у підтримці психологічної стійкості не тільки військових, але й цивільного населення під час сучасних військових конфліктів, особливо в умовах гібридної війни, яку наразі переживає Україна. Здатність адаптуватися до постійних стресових ситуацій, збереження бойової готовності та витримки, навіть в умовах крайнього психоемоційного напруження, є одним із визначальних чинників перемоги та збереження людського життя.

Основним призначенням військової психології є підготовка особового складу до дій в екстремальних умовах та забезпечення їх психологічної стійкості, що дозволяє підтримувати бойову ефективність і здатність до виконання поставлених завдань. Психологічна стійкість, є комплексною якістю, що включає відновлення нервової та когнітивної поведінки після травматичних подій. Військові психологи мають на меті зміцнення цієї стійкості через психологічну підготовку, постійний моніторинг стану військових і застосування методів швидкого реагування на прояви стресу та емоційного вигорання.

Крім того, іншим аспектом також є робота з цивільним населенням, яке відзначає значний психологічний вплив через війну. Розвиток посттравматичного стресового розладу (ПТСР), панічної атаки та депресивного стану є типовими реакціями на воєнні події. Військові психологи застосовують методи кризового консультування та когнітивно-поведінкової терапії, щоб допомогти цивільним адаптуватися до нових умов життя та подолати страхи і тривогу.

Психологічна стійкість є одним із ключових факторів виживання та ефективного функціонування як військових, так і цивільних. Військові, які мають високу психологічну стійкість, здатні контролювати свої емоції, приймати швидкі рішення та не втрачати віри у своїх можливостях навіть в умовах постійного ризику для життя. Підтримка морально-психологічного стану військових є обов'язковою частиною їхньої професійної підготовки, особливо в контексті інтенсивних бойових дій.

З іншого боку, цивільне населення також потребує підтримки в умовах війни, оскільки соціальна структура, зовнішнє середовище та психоемоційна безпека кардинально змінюються.

Гуманітарні втрати, переміщення, нестача ресурсів і постійні тривоги створюють значне психологічне навантаження на цивільних. Військові психологи та волонтери активно працюють з населенням, допомагаючи їм адаптуватися до умов війни, знижувати рівень стресу та депресії.

Сучасні технології також мають важливу роль у розвитку військової психології. Використання віртуальної реальності (VR) для навчання військових у стресових ситуаціях стало новим напрямком у цій сфері. VR дозволяє створити реалістичні сценарії, в яких військові можуть навчатися, реагувати на екстремальні умови, що зменшує рівень тривожності та підвищує впевненість у своїх силах. Крім того, технології можуть бути використані для онлайн-консультацій, що забезпечують доступ до психологічної підтримки в будь-якому місці, що є особливим місцем для військових, які перебувають у віддалених районах.

Для військових і цивільних розробляються програми психічної реабілітації та тренінгу зі стресостійкістю, спрямовані на розвиток навичок самоконтролю, релаксації та позитивного мислення. Одним із важливих аспектів є навчання метод саморегуляції: вправи на дихання, медитації, техніки зниження тривожності та управління агресією. Важливим аспектом військової психології є також виховання психологічної культури в суспільстві. Підвищення обізнаності про психологічні проблеми, з якими стикаються військові та їх родини, сприяє зменшенню стигматизації та покращенню більш відкритого обговорення цих питань. Освітні програми, які навчаються основам психологічної підтримки та самопомогі, можуть бути впроваджені в навчальні заклади, що дозволяють молодому поколінню краще розуміти та підтримувати тих, хто пройшов через військові конфлікти.

Отже, військова психологія є невід'ємною частиною сучасної військової справи в Україні. Її важливість важко переоцінити, оскільки вона не лише сприяє підготовці військових, але й забезпечує необхідну підтримку в складні часи. Успішна реалізація програми військової психології може суттєво підвищити ефективність збройних сил та покращити загальний психологічний клімат у суспільстві.

Психологічна підтримка військових і цивільних осіб, інтеграція новітніх технологій у процес підготовки та реабілітації, а також виховання психологічної культури в суспільстві — це ключові чинники, які можуть допомогти Україні подолати наслідки військових конфліктів і створити сприятливі умови для відновлення та розвитку.

В умовах невизначеності та постійних загроз, які стоять перед Україною, важливо, щоб військова психологія залишалася в центрі уваги держави, суспільства та наукової спільноти. Лише через комплексний підхід до психологічної підготовки та підтримки ми зможемо забезпечити безпеку та добробут нашої країни та її громадян.

Список використаних джерел

1. Ягупов В.В., Військова психологія: методологія, теорія та практика , 2022. Інтернет джерело: Jane's Information Group (Інформаційна група Джейна) - британське видавництво, Лондон, 2008р.-2024р.
2. Сучасний стан і перспективи психологічного забезпечення в ЗСУ, Дніпровський науковий часопис.
3. Психологічна стійкість у військовій діяльності, Національний технічний університет
4. Інтернет джерело: Читиво, електронна бібліотека; Військова психологія: методологія, теорія та практика. Посилання на джерело: <https://chtyvo.org.ua/>
5. Інтернет джерело: Громадська наукова організація ФППП; Сучасний стан та перспективи психологічного забезпечення в збройних силах України. Посилання на джерело: <https://chasopys-ppp.dp.ua/>
6. Інтернет джерело: Формування психологічної стійкості особового складу ЗСУ. Посилання на джерело: <https://repository.kpi.kharkov.ua/>
7. Інтернет джерело: ПСИХОЛОГІЯ ВІЙНИ І МИРУ. Посилання на джерело: <https://lib.iitta.gov.ua/>

Табачук Григорій Васильович – підполковник, провідний інженер кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Taturevych Kateryna Mikolaivna – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Tabachuk Hryhoriy – Lieutenant Colonel, Leading Engineer of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Taturevych Kateryna – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

К. М. Татуревич, І. В. Віщун

ТВОРЧИЙ ПІДХІД ДО РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВИХ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ: ВІДНОВЛЕННЯ ЧЕРЕЗ МИСТЕЦТВО І САМОВИРАЖЕННЯ

Анотація: Реабілітація через творчість - це заняття прикладним мистецтвом, що сприяє розвитку творчого потенціалу осіб з обмеженими можливостями та підвищенню їх соціальної активності. Представлено основні види творчої реабілітації в Україні та за кордоном та її переваги.

Ключові слова: творча реабілітація, танцювальна терапія, арт-терапія, музикотерапія, драма-терапія, мистецтво, відновлення, соціальна інтеграція.

Annotation: Creative rehabilitation is an engagement in applied arts that promotes the development of the creative potential of people with disabilities and increases their social activity. The main types of creative rehabilitation in Ukraine and abroad and their advantages are presented.

Keywords: creative rehabilitation, dance therapy, art therapy, music therapy, drama therapy, art, recovery, social integration.

Що таке реабілітація? Для мене, насправді, це одночасно як сумне, так і позитивне визначення. З одного боку, коли ти чуєш, що тобі призначають фізичну, а особливо психологічну реабілітацію, ти починаєш розуміти або повністю усвідомлювати, що з тобою щось не так. У тебе починають з'являтися дуже різні, а іноді й шкідливі для тебе думки:

«Невже я справді не такий як інші? А раптом я небезпечний для рідних та близьких?». Але, коли усвідомлюєш, що реабілітацію тобі все ж таки призначили, отже не все так погано і є можливість вилікуватись, просто потрібно розсіяти всі негативні думки і починати працювати над собою.

Війна залишає глибокі сліди не лише на фізичному, а й на психологічному здоров'ї людей. Для військових, які повертаються з фронту, процес реабілітації є надзвичайно важливим. Традиційні методи лікування, хоча й необхідні, часто не можуть повністю задовольнити потреби постраждалих. Саме тому все більшої популярності набувають творчі підходи до реабілітації, які допомагають військовим відновити психічне здоров'я, адаптуватися до мирного життя та знайти нові сенси.

Творчість є потужним інструментом самовираження та опрацювання емоцій. Заняття мистецтвом, музикою, літературою та іншими видами творчої діяльності допомагають:

- Зменшити стрес і тривогу: Творчі процеси відволікають від травматичних спогадів, сприяють розслабленню та зниженню рівня кортизолу – гормону стресу.

- Підвищити самооцінку: Створення чогось нового дає відчуття досягнення, впевненості у власних силах та підвищує самооцінку.

- Покращити комунікацію: Спільна творча діяльність сприяє розвитку навичок спілкування, співпраці та взаєморозуміння.

- Відновити сенс життя: Творчість допомагає знайти нові цілі та інтереси, надаючи життю новий зміст.

У різних країнах світу успішно застосовуються різноманітні творчі методи реабілітації військових:

1. США: Військові ветерани, які пережили посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), часто використовують арт-терапію для відновлення. Даний вид терапії є одним із найпоширеніших форм творчої реабілітації в Америці. Також застосовують музикотерапію та анімалотерапію (вид терапії, що використовує тварин та їх образи для надання психотерапевтичної допомоги). Наприклад, програма «Creative Forces» підтримує ветеранів через мистецтво, допомагаючи їм висловлювати емоції через творчість. Ще є актуальною танцювальна терапія. Вона використовується для відновлення після фізичних травм або психічних розладів. Танці допомагають повернути координату рухів та психологічний баланс.

2. Великобританія: музикотерапія відіграє важливу роль у реабілітації з когнітивними розладами. Британські фахівці активно використовують музику для розвитку комунікативних навичок і соціальної адаптації. Також існують програми, що використовують письмову терапію для людей, які пережили психологічні травми. Вважається, що через написання історій чи поезії пацієнти можуть краще висловлювати свої емоції.

3. Німеччина: ландшафтотерапія — це інноваційний підхід, який полягає у взаємодії з природою. У реабілітаційних центрах Німеччини²²¹ пацієнтам пропонують малювати ландшафти або

працювати в садах для зниження рівня стресу та підвищення психоемоційної стабільності.

4. Італія: Драма-терапія активно використовується в Італії для роботи з пацієнтами, які пережили стресові події. Залучення до театральних вистав допомагає людям висловлювати свої емоції через ролі та сценарії, а також допомагає зняти напругу та краще контролювати стрес.

В Україні, зокрема після початку війни в 2022 році, активно розвиваються психологічні реабілітаційні програми для ветеранів та цивільних. Творчі майстерні, такі як малювання, гончарство, музика та театральні постановки, стали важливим інструментом для подолання стресу, посттравматичного стресового розладу та адаптації після бойових дій. Один із прикладів — "Ветеран Хаб", де проводяться різноманітні арт-терапевтичні сесії, спрямовані на допомогу військовим, які повертаються з фронту, у відновленні їх емоційного та психологічного стану.

Можна зробити висновок, що творча реабілітація в Україні – це не просто модний тренд, а необхідний інструмент для відновлення психологічного здоров'я. Творчі підходи до реабілітації застосовуються по всьому світу з урахуванням культурних особливостей та соціальних потреб. Використання мистецтва, музики, танцю та взаємодії з природою допомагає людям долати психологічні та фізичні наслідки травм, а також сприяє загальному відновленню і соціальній інтеграції.

Список використаних джерел:

1. С. Чижевський, «Особливості психологічного відновлення військовослужбовців в умовах повномасштабного російського вторгнення», 2023р.
2. Видання «Texty.org.ua», Реабілітація військових: як покращити систему та яких заходів варто вжити, 2024р.
3. А. Г. Караян, І. В. Сиромятников, «Прикладна військова психологія», 2006р.
4. Т. Мизнікова, «Як психологічно реабілітувати українських військових» для Вокс Україна, 2015р.
5. А. К. Ящишина, «Анімалотерапія», 2022р.

Віщун Ігор В'ячеславович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, viv@vntu.edu.ua.

Татуревич Катерина Миколаївна – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, viv@vntu.edu.ua.

Vishchun Igor – Lecturer at the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, viv@vntu.edu.ua.

Taturevych Kateryna – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, viv@vntu.edu.ua.

Я. О. Оболонська, І. В. Віщун

ІННОВАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ОПЕРАЦІЙ

Анотація: розглянуто інноваційні можливості штучного інтелекту під час військових операцій.

Ключові слова: штучний інтелект, військові операції, автономні системи, розвідка, кіберзахист, логістика, навчання.

Abstract: The innovative possibilities of artificial intelligence during military operations are considered.

Keywords: Artificial intelligence, military operations, autonomous systems, intelligence, cyber defense, logistics, training.

Вступ

У сучасному світі технологічний прогрес постійно змінює обличчя військових конфліктів. Однією з найважливіших технологічних інновацій у цій сфері є використання штучного інтелекту (ШІ), який відкрив нові горизонти в ефективності ведення війни. ШІ може аналізувати величезні обсяги даних у режимі реального часу, дозволяючи військовим командирам приймати обґрунтовані рішення на основі точних прогнозів та аналізу ситуації. Інноваційний потенціал ШІ на полі бою включає розробку автономних систем, поліпшення розвідки і спостереження, а також вдосконалення систем управління бойовими операціями.

Результати дослідження

Що ж таке Штучний інтелект? Галузь інформатики, що зосереджена на створенні розумних машин або систем, які здатні виконувати завдання, що зазвичай вимагають людського інтелекту. [1].

Військові використовують автономні дрони для виконання розвідувальних місій та атак на цілі. Ці системи можуть самостійно знаходити позиції противника, оцінювати загрози та виконувати завдання з високим ступенем точності. Дрони, оснащені штучним інтелектом, можуть аналізувати відеопотоки в режимі реального часу і приймати рішення про запуск ракет на основі отриманих даних. Дронів зі штучним інтелектом дозволяє зменшити кількість людських жертв, оскільки вони можуть виконувати небезпечні завдання навіть в умовах активного вогню.

Розвідка і спостереження ШІ активно використовується для обробки інформації з різних джерел, включаючи супутникові знімки, безпілотні літальні апарати і наземні датчики. Ці технології дають змогу швидко виявляти пересування військ противника та оцінювати зміни на полі бою. Розвідка стає більш точною та ефективною завдяки алгоритмам комп'ютерного зору, які можуть виявляти малопомітні об'єкти, такі як замасковані позиції та укриття ворога.

Системи підтримки та прийняття рішень штучний інтелект використовується в системах управління бойовими операціями для аналізу різних сценаріїв і надання рекомендацій командирів. Це скорочує час, необхідний для оцінки ситуації, і підвищує ефективність управлінських рішень. Наприклад, системи зі штучним інтелектом можуть моделювати бойові сценарії і розраховувати ймовірність успіху різних стратегій, що дозволяє командирам приймати більш обґрунтовані рішення в умовах невизначеності.

Управління логістикою ШІ може автоматизувати управління запасами і логістичні процеси, прогнозуючи потреби в ресурсах і оптимізуючи маршрути постачання. Це особливо важливо в умовах бойових дій, коли швидкість постачання може визначити результат операції. Наприклад, алгоритми можуть передбачити, які ресурси знадобляться в найближчі кілька днів, і заздалегідь спланувати їхнє постачання.

Захист інформаційних систем військові організації використовують ШІ для виявлення і нейтралізації кіберзагроз. Алгоритми машинного навчання аналізують мережеву активність і виявляють аномалії, тим самим запобігаючи атакам на критичні інформаційні системи. ШІ також може відстежувати і аналізувати вразливості, забезпечуючи таким чином підхід до кіберзахисту військових об'єктів.

ШІ допомагає виявляти осіб схильних до зради, які можуть співпрацювати з ворогом. Контррозвідка, використовуючи системи ШІ від Palantir, аналізує різноманітні дані для виявлення зв'язків. Телефон підозрюваного може бути знайдений у зоні обстрілу, а аналіз соціальних мереж виявляє його зв'язки з Росією, що підвищує ризик-оцінку і допомагає визначити зрадників ще до їхніх дій [2].

Розумна зброя, що використовує штучний інтелект (ШІ), є новітнім напрямком у військових технологіях. Вона здатна самостійно аналізувати інформацію, приймати рішення та виявляти цілі без безпосередньої участі людини. Швидкий розвиток технологій вказує на те, що в майбутньому розумна зброя стане ще більш доступною та ефективною, що потребує уваги до етичних і правових аспектів її використання. [3].

Висновки

У сучасному військовому середовищі використання штучного інтелекту відкриває нові можливості для підвищення ефективності ведення бойових дій. Впровадження автономних систем, таких як безпілотники, та вдосконалених алгоритмів аналізу даних і прийняття рішень може значно підвищити точність операцій, зменшити ризики для особового складу та оптимізувати логістичні процеси ШІ не лише покращує розвідку та спостереження, а й протидіє та виявляє потенційні загрози.

Тому подальший розвиток технологій штучного інтелекту у військовій сфері потребує не лише технологічних інновацій, а й глибокого розуміння їхнього впливу на морально-етичні та правові аспекти ведення війни. Справжній потенціал ШІ може бути реалізований лише за умови його виваженого та відповідального використання з урахуванням усіх можливих наслідків.

Список використаних джерел:

- 1.Що таке штучний інтелект (ШІ)? TheTransmitted. TheTransmitted. URL: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-shtuchnij-intelekt-shi/>
- 2.Як Україна використовує штучний інтелект у війні. Texty.org.ua - статті та журналістика даних – Тексти.org.ua. URL: <https://texty.org.ua/fragments/112210/yak-ukrayina-vykorystovuye-shtuchnyj-intelekt-u-vijni-z-rosiyeyu-the-economist/>.
- 3.Штучний інтелект на полі бою - BBC News Україна. BBC News Україна. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/crg78jn5pkdo>.

Оболонська Яна Олександрівна – студентка групи ІБС-22б, факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, громадянка кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vn.oyana@gmail.com

Віщун Ігор В'ячеславович – викладач кафедри Військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: viv@vntu.edu.ua

Obolonska Yana Oleksandrivna - student of group IBS-22b, faculty of information technologies and computer engineering, citizen of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vn.oyana@gmail.com

Vishchun Igor Vyacheslavovich- teacher of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: viv@vntu.edu.ua

К. М. Татуревич, І. В. Віщун

ВОЛОНТЕРСТВО СЬОГОДЕННЯ В УКРАЇНІ ТА ЙОГО ВАЖЛИВІСТЬ

Анотація: волонтерство – це форма громадянської активності, яка базується на безкорисливості та бажанні допомагати оточуючим.

Представлено причини, чому волонтерство сьогодні настільки важливе та які яскраві приклади ми можемо спостерігати.

Ключові слова: волонтерство, Україна, допомога, взаємодопомога, соціальна згуртованість, громадянське суспільство, благодійність.

Annotation: Volunteering is a form of civic engagement based on altruism and a desire to help others.

The reasons why volunteering is so important today and the striking examples we can observe are presented.

Keywords: volunteering, Ukraine, assistance, mutual aid, social cohesion, civil society, charity.

Сучасні дослідники суспільства – соціологи, правознавці, політологи – вважають волонтерський рух дієвим засобом збереження й зміцнення суспільних та загальнолюдських цінностей, можливістю особистісного зростання індивіду шляхом усвідомлення свого власного гуманістичного потенціалу. Сьогодні тема сучасного українського волонтерства надзвичайно поширена і популярна в суспільному дискурсі

Про волонтерський рух в Україні сьогодні з захопленням говорять у багатьох країнах світу, називаючи це явище унікальним. Розквіт волонтерської діяльності у нас припав на час Революції Гідності і початок війни на Донбасі. У надзвичайно складний період саме цей рух об'єднав суспільство, створив дієву структуру громадських організацій, груп людей, готових взяти на себе вирішення найбільш нагальних і болючих проблем держави.

Волонтерство в Україні, особливо в останні роки, перетворилося не просто на добру справу, а на справжній рух, який об'єднує мільйони людей. Воно стало синонімом взаємодопомоги, співчуття та небайдужості, а також життєво необхідною опорою для суспільства, економіки та армії.

Ключові причини, чому волонтерство справді важливе:

- Підтримка Збройних сил та обороноздатності країни: Волонтери активно допомагають забезпечувати армію необхідним обладнанням, амуніцією, ліками, транспортом та іншими ресурсами, які не завжди можуть бути оперативно забезпечені державою. Це суттєво підвищує боєздатність військових та захист країни.
- Гуманітарна допомога: Волонтери забезпечують постраждалих від війни людей житлом, продуктами харчування, ліками, одягом та іншими необхідними речами. Вони також допомагають евакуювати людей із зон бойових дій і надавати психологічну підтримку постраждалим.
- Соціальна єдність і моральна підтримка: Волонтерство сприяє об'єднанню українців навколо спільної мети — допомоги та підтримки країни у важкий час. Це формує сильну спільноту, де кожен може відчути свою відповідальність і вклад у перемогу. Таке об'єднання має важливе моральне значення для всього суспільства.
- Розвиток громадянського суспільства: Волонтерство в Україні показало неймовірний рівень активності громадян, здатних самостійно організуватися та допомагати у найскладніших умовах. Це сприяє розвитку громадянського суспільства, де люди не покладаються лише на державу, а беруть ініціативу у свої руки, що зміцнює демократичні процеси і формує відповідальність за майбутнє країни.
- Відновлення після війни: Волонтерські ініціативи допомагають у відбудові зруйнованих міст, інфраструктури та домівок. Після завершення активних бойових дій волонтери будуть відігравати важливу роль у відновленні країни, допомагаючи

повернути людей до нормального життя та відновити економіку.

- Міжнародна підтримка: Українські волонтерські організації часто співпрацюють з міжнародними партнерами, допомагаючи залучати підтримку від закордонних благодійників та урядів. Це також підвищує обізнаність світової спільноти про ситуацію в Україні та дозволяє залучати додаткові ресурси для боротьби з викликами війни.

Волонтерство в Україні стало одним із ключових елементів підтримки в часи війни, допомагаючи не лише матеріальними ресурсами, але й об'єднуючи суспільство та зміцнюючи дух нації.

Волонтерство досить багато зробило та робить для нашої держави під час війни. Ось декілька яскравих прикладів.

- Фонд Сергія Притули: Однією з найбільш гучних волонтерських акцій став збір коштів на безпілотники Bayraktar. За три дні було зібрано 600 мільйонів гривень, але турецька компанія надала їх безкоштовно. Гроші використали для придбання супутника, що допомагає українським військовим в розвідці
- Фонд «Razom for Ukraine»: Ця організація забезпечує українських захисників медичними засобами, раціями, цивільними дронами та іншими товарами. Крім того, фонд підтримує гуманітарні проекти та надає гранти локальним організаціям у прифронтових регіонах
- Фонд «Повернись живим»: Цей фонд з перших днів війни займається забезпеченням української армії необхідним спорядженням. Завдяки небайдужим людям, фонд зібрав мільйони гривень і врятував життя багатьох військовослужбовців.
- Фонд «Таблеточки»: Фонд, який допомагає дітям з онкологічними захворюваннями. Волонтери «Таблеточок» організують збір коштів на лікування, забезпечують дітей медикаментами та необхідними речами.
- Фонд «Всі разом»: Цей фонд об'єднує зусилля волонтерів для допомоги переселенцям. Вони надають житло, продукти харчування, одяг та психологічну підтримку тим, хто був змушений покинути свої домівки.

Кожен з нас може бути волонтером та допомагати населенню України в край важкі часи й надалі. Не обов'язково бути фінансово забезпеченим чи фізично підготовленим, оскільки можна внести вклад волонтерства в міру своєї змоги. Є кроки, які може зробити кожен з нас:

- Можна долучитися до вже існуючих організацій. Безліч з них потребують допомоги.
- Створення власного проекту може мати значний вплив.
- Спробуйте розповсюджувати інформацію. Чим більше людей дізнаються про проблеми, тим більше людей зможе допомогти. Інструментами цього способу можуть бути як соціальні мережі, так і офлайн розповсюдження.
- Підтримка словом також вкрай важлива. Не обов'язково бути психологом, аби просто вислухати людину або ж похвалити її за досягнення. Також в Україні є безліч систем надання безоплатної психологічної допомоги та емоційної підтримки, де можна спілкуватись з людьми по телефону та листуванням, тож можна долучитись до їх рядів.

Діти готують їжу, малюють листівки для військових, плетуть маскувальні сітки, долучаються до публічних акцій на підтримку України за кордоном. Наприклад, 13-річна Софія Козир з Житомира з початку повномасштабної війни разом з мамою та тіткою шие балаклави для військових. За 8 місяців роботи дівчина власноруч пошила понад 15 тисяч балаклав.

Без волонтерів не було б Майдану. Точніше, він би зібрався, але навряд чи вистояв без надійного по-справжньому народного волонтерського тилу. Всі пам'ятають, як кияни показали всій країні приклад дивовижної самоорганізації заради досягнення головної мети – змінити Україну, зробити її правовою європейською державою. Кожну добу на Хрещатик добровільно, за покликом душі приїздили і приходили тисячі містян, готових надати безкоштовну допомогу мітингувальникам. Волонтери взяли на себе велику частину роботи з облаштування комфортного перебування людей на Майдані. Вони організували польові кухні, встановлювали намети, надавали необхідну інформацію. Волонтерами ставали також і

професіонали – медики, юристи, психологи – що прагнули якимось фахово допомогти однодумцям.

Декілька років тому навіть був популярний анекдот: «Якщо українцям сказати, що для перемоги необхідна ядерна боеголовка, то її через дві години не тільки зберуть, але й привезуть волонтери. З чаєм на додачу». Це чудово показує згуртованість народу та наполегливість на досягненні мети.

Можна також привести цитату з інтерв'ю, яке дав журналістам захисник донецького аеропорту Дмитро: "Наша група трималася в аеропорту на одних волонтерах. У сам аеропорт вони не могли прорватися, але привозили допомогу на український блокпост в Піски. Вони везли їжу, предмети гігієни, одяг і взуття, тепловізори, приціли та інше спорядження. Все це нам передавали від простих українців. Держава, крім автоматів і патронів, нічого не давала. Були ще бронжилети, але дуже погані, волонтери нам привезли нормальні – 4-го класу захисту. Ми знали, що про нас пам'ятають, відчували підтримку народу".

Не буде перебільшенням сказати, що волонтерство в Україні – це потужна сила, яка здатна змінити життя людей на краще. Кожен з нас може стати волонтером, навіть якщо у нас немає багато часу чи коштів. Головне – бажання допомогти іншим і небайдужість до чужого горя.

Список використаних джерел

1. Інтернет джерело: Веб-сайт фонду «Повернись живим». Посилання на джерело: <https://savelife.in.ua/>
2. Інтернет джерело: Веб-сайт фонду «Таблеточки». Посилання на джерело: <https://tabletochki.org/>
3. Інтернет джерело: Веб-сайт фонду «Всі разом». Посилання на джерело: <https://vsirazom.ua/>
4. Центр демократії та верховенства права: «Волонтерство за рік повномасштабної війни», 2023р.
5. Т. Малежик, «Українські волонтери та фонди, які найбільше допомагають країні під час війни», 2022р.
6. Журнал NV, «Дуже важливі люди», 2023р.
7. З. Жерельнікова, Вокс Україна, «Все для фронту: благодійність та волонтерство українців з початку повномасштабної війни», 2022р.
8. О. Головка, «Волонтерство в Україні: історико-правовий аспект», 2023р.
9. М. Матяш, «Українське волонтерство – явище унікальне», 2017р.

Віщун Ігор В'ячеславович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, viv@vntu.edu.ua.

Татуревич Катерина Миколаївна – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, viv@vntu.edu.ua.

Vishchun Igor – Lecturer at the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, viv@vntu.edu.ua.

Taturevych Kateryna – student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, viv@vntu.edu.ua.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЕМОЦІЙНОГО ЗДОРОВ'Я НА ПЕРЕДОВІЙ

Анотація: в роботі розглянуто методи допомоги при панічних атаках та вправи аби військовослужбовець міг заспокоїтись.

Ключові слова: військовослужбовець, стрес, панічна атака.

Abstract: The work examines methods of helping with panic attacks and exercises to help a serviceman calm down.

Keywords: military serviceman, stress, panic attack.

Вступ

Емоційне здоров'я військовослужбовців, які перебувають на передовій, є критично важливим для їх фізичної витривалості, боєздатності та загальної психічної стійкості. Постійні бойові дії, стрес, небезпека для життя, втрати товаришів та вимушена ізоляція від сім'ї і суспільства спричиняють високий рівень психологічного навантаження. Погіршення емоційного стану може призвести до розвитку посттравматичних стресових розладів (ПТСР), депресії, тривожних станів та інших психічних розладів, що негативно впливають на здатність виконувати бойові завдання. Рекомендації щодо підтримки емоційного здоров'я є необхідними для забезпечення загального благополуччя військовослужбовців, збереження їхньої мотивації та здатності діяти в екстремальних умовах.

Метою дослідження є розробка рекомендацій щодо підтримки та покращення емоційного здоров'я військовослужбовців на передовій. Ці рекомендації мають сприяти зниженню рівня стресу, покращенню психологічної стійкості та допомагати ефективно долати негативні емоційні наслідки, що виникають в умовах бойових дій. Систематизація досвіду психологічної допомоги, впровадження методів психологічної підтримки та навчання самопомоги сприятиме не лише збереженню психічного здоров'я військових, але й підвищенню ефективності виконання бойових завдань

Постановка задачі

Визначити головні психологічні фактори, які спричиняють стрес та емоційне виснаження серед військових. Що може включати бойові дії, відчуття небезпеки, втрати серед товаришів, відрив від родини та соціальної підтримки, фізичне виснаження та інші стресори. Вивчити, які саме психічні розлади можуть виникнути через перебування в умовах бойових дій, такі як посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), тривожні стани, депресія, емоційне вигорання. Проаналізувати наявні методи психологічної допомоги, які застосовуються серед військових, і визначити їх ефективність для підтримки емоційного здоров'я. Виявити сильні та слабкі сторони цих підходів. На основі зібраного матеріалу запропонувати нові методи або вдосконалити існуючі підходи, що спрямовані на зниження рівня емоційного стресу та підвищення психологічної стійкості військовослужбовців.

Результат дослідження

Управління психічними станами військовослужбовців здійснюється командирами різних рівнів із урахуванням інформації про поведінку їх відлеглих у бою, їх ставлення до бойового завдання, проект бойового складу на розмови про бойову обстановку на основ цієї інформації та ухвалення конкретних рішень.

Управління психічними станами військовослужбовців складний динамічний процес, змістом якого є регулювання взаємодії складових стосунків, військово-технічної та психологічної. Що стосується останньої складової це основна складова системи управління по станам.

Управління психічними станами має складний психологічний механізм, тому всі елементи такого управління треба розглядати в єдності. Психічний стан підлеглих у той чи інший конкретний проміжок часу бойових дій безпосередньо впливає як на характер взаємин між військовослужбовцями, так і на їх ставлення до конкретного бойового завдання, ефективність використання особистого озброєння, військової техніки в бою.

Об'єкт управління психічними станами це підрозділ, специфікою якого є суворі визначеність і взаємозв'язок. Тому командир має знати індивідуально-психологічні особливості своїх підлеглих, рівень їх морально – психологічних і бойових якостей, індивідуально-психологічні особливості, мотиви, потреби, цілі, установки в складних умовах бойової обстановки, а також основні симптоми страху.

Рекомендовано проводити такі вправи з подолання страху:

Вправа 1. Зізнайся собі, що ти боїшся. Визнач предмет, ситуації тощо, що загрожують (причину страху). Сплануй покрокову інструкцію дії щодо усунення предмету чи ситуації страху та виконай її. Якщо усунути предмет чи ситуацію неможливо, сплануй та виконай інструкцію щодо виконання завдання.

Вправа № 2. Масажуй великий палець до тих пір поки не відчуєш мурашки від потилиці до ребер (якщо не діє – зроби собі боляче). Зроби швидкі вдихи та повільні видихи (10-20 разів), до моменту коли повний контроль над диханням. Спостерігаючи за полем бою повний концентруючи увагу від орієнтиру до орієнтири, наступні орієнтири - затримай дихання, потім видихи, далі тримай дихання. Ведучи вогонь зі зброї контрольною дихання таким же чином.

Вправа № 3. Антистрес. Для зняття надмірного психоемоційного напруження у складній стресовій ситуації протягом 3-х секунд треба натискати на «антистресову» точку, що знаходиться під підборіддям. При масуванні даної точки відчувається легка ломота. Після масажу вказаної точки треба розслабитися й увести стан втоми, викликати приємні образи. Через 3-5 хвилин позіхнути. Підтягнути, напружити, а потім розслабити м'язи всього тіла.

Виконуючи ці вправи військовослужбовець може впоратись з страхом та пережити його, найкраще допомагає підтримка сім'ї, родини, друзів та побратимів, усвідомлюючи, що за спинами рідні та близькі виникає страх та проблема того, що війна і їх зачепить, постійні стреси та атмосфера війни, може призвести до панічних атак (далі ПА), аби допомогти військовослужбовцю впоратись з ПА рекомендовано:

Психологічний прийом подолання тривожних думок важко використовувати, якщо напад паніки вже почався, і ефект може бути незначним, оскільки в момент паніки мигдалеподібне тіло блокує вплив кора мозку (області свідомого мислення) на психіку. Це заважає міркувати розумно і не дозволяє керувати розумовим процесом. Часто панічна атака посилюється побоюванням пережити серцевий напад, збожеволіти і т. д. У такому разі рекомендується нагадувати собі: «Це просто паніка. Це неприємне переживання, але воно не є небезпечним ним для мене».

Використовується метод, який називається «когнітивне розчеплення» або «віддалення»: рекомендується усвідомити думки, що лякають (наприклад, «Я не перенесу ще один напад паніки») можуть бути помилковими. При застосуванні техніки розчеплення спостерігайте своїми думками («у мене знову з'явилася думка про це»), при цьому дистанціюючись від них і нагадуючи собі, що це лише думки, які не відображають реальність, і що ці думки не приносять користі, навпаки, вони посилюють страх.

Не треба намагатися контролювати прояви тривоги, оскільки це лише посилює думки, що лякають, а боротьба з ними збільшує внутрішній дискомфорт. З цієї причини корисно використовувати метод «усвідомленого самоспостереження» за своїми думками та відчуттями, констатуєчи їх виникнення та сприймаючи тривогу як нормальний процес.

Висновок

Для зниження тривожності та подолання ПТСР варто використовувати когнітивні техніки, самоаналізу, вправи на управління диханням і масаж стресових точок. Також проводити навчання військовослужбовців прийомам саморегуляції та контролю страху. Системний підхід до емоційної підтримки військових сприятиме їх ефективності в бойових умовах, підвищенню психологічної стійкості та збереженню психічного здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ернст Юнгер. Війна як внутрішнє переживання. – К.: Стилет і стилос, 2022 – 136 с.
2. Неурова А.Б., Романишин А.М. Психологія індивідуальної роботи з військово – службовцями: навчально – методичний посібник / Неурова А.Б., Романишин А.М.. – Київ: «

Центр учбової літератури», 2023. – 336 с.

3. Кокун О. М., Пішко І. О., Лозінська Н. С. Дослідження негативних психічних станів військовослужбовців. Актуальні проблеми психологічної допомоги, соціальної та медико-психологічної реабілітації учасників антитерористичної операції: матеріали наук.-практ. конф., м. Київ, 3 червня 2015 р. Київ, 2015. – 173 – 175 с.

4. Кокун О. М., Пішко І. О., Лозінська Н. С. Особливості негативних психічних станів військовослужбовців. Вісник Національного університету оборони України. 2014. Вип. 5. 2014 р. 262 – 267 с.

5. Кокун О. М., Пішко І. О., Лозінська Н. С., Еверт О. В. Особливості негативних психічних станів військовослужбовців, які беруть уч АТО. Особистісні та ситуативні детермінанти здоров'я: мат Всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Вінниця, 23-24 листопада - Вінниця, 2017. – 127-131с.

Мартиненко Віталій Вікторович – студент групи ТЕ-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, група 04-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, viv@vntu.edu.ua

Віщун Ігор В'ячеславович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, viv@vntu.edu.ua

Martynenko Vitalii Viktorovych – student of group TE-21b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, group 04-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, viv@vntu.edu.ua

Vishchun Ihor Vyacheslavovych - teacher of the Department of Military Training, Vinnytsia, National Technical University, Vinnytsia, viv@vntu.edu.ua

А. П. Поляков, В. М. Шевчук

ВПЛИВ ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ ВІДСОТКОВОГО СКЛАДУ СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ НА СИСТЕМУ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛІВ З НАДДУВОМ

Анотація: розглянуто вплив динамічної зміни відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив на систему живлення дизелів з наддувом при зміні навантаження на автомобіль.

Ключові слова: біопаливо, транспортний засіб, динамічне регулювання складу.

Abstract: The impact of a dynamic change in the percentage composition of the mixture of diesel and biodiesel fuels on the power supply system of supercharged diesels when the load on the car changes is considered.

Keywords: biofuel, vehicle, dynamic regulation of composition.

Вступ

Проблема використання альтернативних джерел енергії з поновлюваної сировини стає все більш актуальною для сучасного суспільства як у зв'язку з енергетичною кризою, так і зі станом екології. Використання біодизельного палива знаходить все більш широке застосування. Біодизельне паливо є відновленим джерелом енергій з рослинних масел. Біодизель є метиловим ефіром з хімічної точки зору, воно є екологічно чистою альтернативою рідкого палива, який може бути використаний в будь-якому дизельному двигуні без зміни їх конструкції.

На сучасних потужних чотиритактних і двотактних дизелях для підвищення їх потужності і питомої економічності застосовується наддув. Сутність наддуву полягає в тому, що повітря в циліндри дизеля не засмоктується з атмосфери, а нагнітається турбокомпресором або нагнітачем, що приводиться від валу двигуна.

Завдяки наддуву в циліндри подається на кожний робочий цикл більше повітря, ніж при всмоктуванні, що одночасно дозволяє також подавати в циліндри і спалювати більшу кількість палива, а отже, отримувати при тих же розмірах циліндрів і тій же частоті обертання вала дизеля велику потужність. Встановлено, що потужність дизеля зростає приблизно пропорційно тиску наддувочного повітря. Таким чином, наддув дозволяє майже при тих же розмірах і масі двигуна збільшити його потужність в 2-3 рази [1].

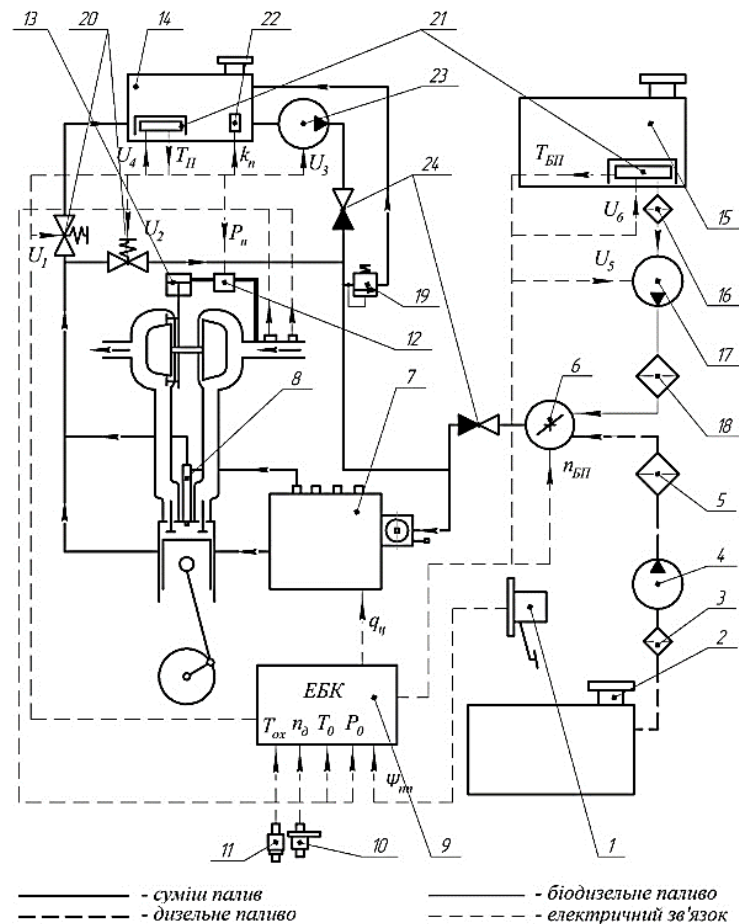
Економічність дизелів з наддувом підвищується внаслідок збільшення механічного коефіцієнта корисної дії і додаткового використання теплоти відпрацьованих газів. Тиск стиснення і згоряння в циліндрі також зростають. Температура горіння і теплова напруженість дизеля залишаються майже незмінними [1].

Результати дослідження

Під час використання паливної суміші знижується ефективність від використання біопалива, при цьому на холостому ході використовується багато суміші, тому ефективність від використання суміші знижується. В режимі максимальної потужності, виникає необхідність у збільшенні циклової подачі, так як суміш не встигає згоріти повністю, в результаті погіршуються екологічні характеристики. Виникає необхідність у динамічному регулюванні відсоткового складу палива, якщо двигун працює на сталому складі палива, то в режимі малих навантажень та холостому ході ефективність від суміші буде незначною, так як у суміші переважає відсоток дизеля, а на великих обертах, необхідно подати більшу кількість палива. Враховуючи те, що на дизельних двигунах встановлено обмежувач максимальної частоти обертів, тому необхідно відсотково змінювати склад суміші палив, щоб на малих обертах використовувати більше біодизеля, враховуючи знижену циклову подачу дизеля, а на високих обертах подати більше дизеля, щоб зберегти потужність двигуна [1]. Застосування наддуву повітря, дозволяє підвищити

тиск повітря, яке поступає в циліндри двигуна, стабілізує умови протікання робочого процесу, що в свою чергу, дозволяє збільшити величину циклової подачі палива та відповідно, підвищити потужність та крутний момент двигуна. Враховуючи відмінність фізико-хімічних та енергетичних властивостей біодизеля від дизельного палива та переведення двигуна на роботу на даній суміші, обумовлює вплив на техніко-економічні та екологічні показники двигуна автомобіля в цілому [1].

На рис. 1 зображена схема системи живлення дизеля з використанням наддуву та динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив.



1 – важіль подачі палива; 2 – паливний бак для ДП; 3 – фільтр грубої очистки; 4 – насос низького тиску; 5 – фільтр тонкої очистки; 6 – змішувач палив; 7 – ПНВТ; 8 – форсунка; 9 – електронний блок керування; 10 – датчик частоти обертання колінчастого валу двигуна; 11 – датчик температури охолоджуючої рідини; 12 – клапан обмеження тиску наддуву; 13 – привід направляючих лопаток; 14 – додатковий паливний бак; 15 – бак для БП; 16 – фільтр грубої очистки; 17 – насос низького тиску; 18 – фільтр тонкої очистки; 19 – перепускний клапан; 20 – електромагнітний клапан; 21, підігрівач палива; 22 – датчик рівня палива; 23 – насос низького тиску з додаткового баку; 24 - зворотній клапан

Рисунок 1 - Схема системи живлення дизеля з використанням наддуву та динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив

Зміна відсоткового складу в суміші дизельного та біодизельного палив даної системи відбувається автоматично під час роботи двигуна. Пуск і зупинка дизельного двигуна відбувається на дизельному паливі. Для запобігання змішуванню у системі живлення суміші палив із чистими паливами були встановлені додаткові трубопроводи та клапани, які забезпечують подачу невикористаного палива з форсунок та ПНВТ в систему. Змішувач палив

приводиться в дію за допомогою ЕБК та забезпечує регулювання відсоткового складу суміші палив у процесі роботи дизеля.

Система живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив забезпечує роботу дизеля на дизельному, біодизельному паливах та їх сумішах усіх відсоткових складів.

Електронний блок управління повинен за допомогою алгоритма управління наблизити технічні показники дизеля максимально до базових та покращити екологічні показники, забезпечити надійний запуск та роботу дизеля при різній температурі навколишнього середовища, також повинен враховувати залежність циклової подачі від відсоткового складу суміші та тиску наддуву повітря і моменту навантаження.

Під час роботи на дизельному паливі двигун та його система живлення працюють за алгоритмами, закладеними заводом-виробником, коригування алгоритму управління відбуваються, коли двигун переходить на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив.

Підігрівач палива вмикається одразу після запуску двигуна, та виконує підтримку необхідної температури для палива. Система живлення забезпечує подачу дизельного та біодизельного палив до змішувача, при цьому тиски обох палив на вході до змішувача однакові, після чого вони змішуються, та розглядаються як суміш палив із відповідним відсотковим складом.

Робота турбокомпресора зі змінною геометрією турбіни відбувається на всьому діапазоні частот, але його ефективність досягається при частоті обертання колінчастого валу 1300-2100 об/хв.. Зміна геометрії турбіни відбувається шляхом повертання лопаток на необхідний кут за допомогою механізму управління. Механізм складається з кільця і важеля. Спрацьовування механізму управління забезпечує вакуумний привід, впливає через тягу на важіль керування.

Робота вакуумного приводу регулюється клапаном обмеження тиску наддуву, підключеним до ЕБК. Клапан обмеження тиску наддуву спрацьовує в залежності від величини тиску наддуву, що вимірюється двома датчиками: датчиком тиску наддуву і датчиком температури повітря на впуску.

При низьких обертах двигуна енергія відпрацьованих газів невелика і направляючі лопатки знаходяться в закритому положенні, при якому площа каналу відпрацьованих газів найменша. За рахунок малої площі перерізу потік відпрацьованих газів посилюється і змушує турбіну обертатися швидше. Відповідно швидше обертається компресорне колесо, а продуктивність турбокомпресора збільшується.

При різкому збільшенні оборотів двигуна, внаслідок інерційності системи, енергії відпрацьованих газів стає недостатньо. Тому для проходження «турбоями» лопатки повертаються з деякою затримкою, чим досягається оптимальний тиск наддуву.

На високих обертах двигуна енергія відпрацьованих газів максимальна. Для запобігання надлишкового тиску наддуву лопатки повертаються на максимальний кут, забезпечуючи найбільшу площу поперечного перерізу каналу.

Висновки

Енергетична цінність суміші дизельного та біодизельного палив менша, ніж дизельного палива, тому при переведенні двигуна на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив техніко-економіні характеристики такі як: потужність N_e , крутний момент M_e , будуть дещо нижчими за рахунок меншого значення нижчої теплотворної здатності пального, ніж у звичайного дизеля, великої в'язкості біодизельного пального, та екологічні параметри: викиди з відпрацьованими газами G_t , частинки сажі C_e за рахунок фізико-хімічних властивостей палива. Для отримання необхідної потужності, крутного моменту збільшується питома та годинна витрата палива, так як біодизель має нижчу теплотворну здатність.

Застосування наддуву повітря, дозволяє підвищити тиск повітря, яке поступає в циліндри двигуна, стабілізує умови протікання робочого процесу, що в свою чергу, дозволяє збільшити величину циклової подачі палива та відповідно, підвищити потужність N_e та крутний момент двигуна M_e .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

2. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П.Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Трифонов. – К.: НТУ, 2015. – 224 с.

3. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: навчальний посібник. / В.Ф. Шапко. – Харків: Точка, 2014. – 148 с.

Поляков Андрій Павлович – доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

Шевчук Володимир Миколайович – студент групи 1АТ-23м, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: farv@vntu.edu.ua.

Polyakov Andrey P. – doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

Shevchuk Volodymyr M. – student of group 1АТ-23m, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: farv@vntu.edu.ua.

Я. Б. Немировський, І. В. Шепеленко, Н. І. Посвятенко

ЗАСТОСУВАННЯ ДЕФОРМУЮЧОГО ПРОТЯГУВАННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КАМЕР ЗГОРЯННЯ ТВЕРДОПАЛИВНИХ НЕКЕРОВАНИХ РАКЕТ

Анотація: представлена інформація про застосування деформуючого протягування при виробництві камер згоряння твердопаливних некерованих ракет. Наведені технічні вимоги, матеріали та розміри заготовок камер. Показано, що використання деформуючого протягування можливе тільки при усуненні такого виду геометричної похибки як відхилення від циліндричності деформованої заготовки. Вказані заходи щодо усунення цього виду геометричної похибки. Доведені переваги застосування деформуючого протягування у запропонованому технологічному процесі обробки.

Ключові слова: деформуюче протягування, відхилення від циліндричності, різнотовщинність, деформуюча протяжка, опора.

Abstract: The paper presents information on the use of deforming broaching in the production of combustion chambers for solid-fuel unguided rockets. The technical requirements, materials and dimensions of the chamber blanks are given. It is shown that the use of deforming broaching is possible only if such a type of geometric error as deviation from cylindricity of the deformed workpiece is eliminated. Measures to eliminate this type of geometric error are indicated. The advantages of using deforming broaching in the considered technological process are proved.

Keywords: deforming broaching, deviation from cylindricity, different thicknesses, deforming tool, support.

Камери згоряння твердопаливних некерованих ракет є особливо тонкостінними гільзами масового виробництва довжиною $L = (6-15)d_0$, де d_0 – вихідний діаметр отвору. Камери працюють при тиску 30–50 МПа твердого палива, що горить. При виготовленні 100% камер випробовують тиском, що перевищує робочий у 1,5 рази. Особливості експлуатації цих деталей ставлять певні вимоги до матеріалів, зокрема наявність поєднання високих міцності і пластичності. Практика показала, що кращими матеріалами для цього є сталі марок 30ХГСА і 10ГН, а також деформований алюмінієвий сплав В95 (AA-7075; UNS-A97075).

Приведемо деякі фізико-механічні властивості цих матеріалів. Сталь 30ХГСА після гартування від температур 860–880°C з охолодженням у маслі і середнього відпуску від температур 350–400°C у маслі має міцність $\sigma_s = 1000-1100$ МПа, відносне видовження $\delta = 9\%$ і твердість HRC 35–40. Сталь 10ГН використовується у холоднодеформованому стані і має міцність $\sigma_s = 520-540$ МПа, при початковому відносному видовженні $\delta = 34-36\%$ і твердості HV 174–192. Високоміцний алюмінієвий сплав В95 системи Al-Zn-Mg-Cu після гартування і старіння від температури 150–200°C протягом 10–20 год. отримує такі основні фізико-механічні характеристики: $\sigma_s = 560-600$ МПа; $\delta = 8\%$; HV 150. Сплав зберігає високу в'язкість руйнування і корозійну стійкість, що особливо важливо для камер згоряння.

Діапазон геометричних характеристик досліджуваних деталей: діаметри отворів $d_0 = 20-115$ мм; довжина $L = 150-1500$ мм; відношення товщини стінки t_0 до діаметру отвору d_0 (товстостінність) складає $t_0/d_0 = 0,03-0,05$. При цьому вимоги до точності отвору – Н10–Н11 при забезпеченні шорсткості поверхні Rz 10–20 мкм і кривизні твірної $\Delta \leq 0,2$ мм на 500 погонних міліметрів.

Нами проводилися дослідження щодо впровадження деформуючого протягування в технологічному процесі виготовлення цих камер. Відомо [1], що деформування отворів у трубчастих заготовках із пластичних матеріалів у більшості випадків призводить до наскрізних холодних деформацій оброблюваних заготовок. Це дозволяє, з одного боку, радикально поліпшити фізико-механічні властивості поверхневого шару і серцевини деталей типу гільз. З іншого боку, обробка деталей типу гільз деформуючим протягуванням призводить до зміни геометричних розмірів трубчастої заготовки без зняття стружки. Це має такі позитивні наслідки: зниження некруглості отвору заготовки на один-два порядки та локалізація дефектного шару металургійного походження, що містить збіднений на вуглець метал, поверхневі відшарування, для подальшого його видалення різанням. Зазначене дає змогу

віднести цю операцію до надзвичайно ресурсозберігаючих за металом, продуктивністю та енергозбереженням [2].

Використання деформуючого протягування при обробці вказаних заготовок стало можливим завдяки розробці спеціальних заходів по усуненню такого негативного фактору як відхилення від циліндричності деформованої заготовки. Цей вид геометричної похибки (рис. 1) виникає внаслідок вигину заготовки, викликаного її вихідною різновтовщинністю [3].

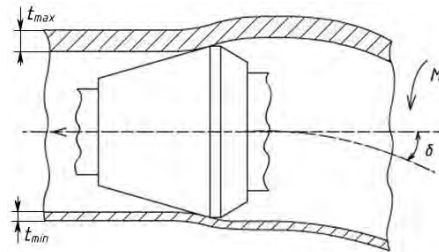


Рис. 1. Викривлення осі заготовки в процесі її деформування

Найменша і найбільша товщини стінки в поперечному перерізі труби визначаються допуском на товщину її стінки. Цей допуск на гарячекатані труби змінюється від +10% до -12,5%, а на холоднотягнуті труби від +10% до -10% [2].

Тому, при деформуванні різновтовщинних заготовок кожна із повздовжніх ділянок різновтовщинної в поперечному перерізі трубчастої заготовки змінює свою довжину по різному. Це і приводить до появи варіації осьових деформацій ділянок різновтовщинних в окружному напрямку заготовок, залежність яких показана на рис. 2.

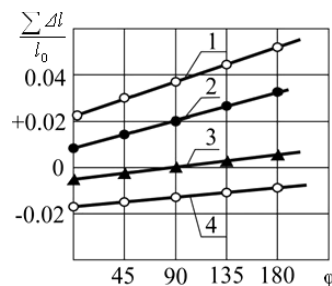


Рис. 2. Залежність варіації значень осьової деформації у перерізі обробленої заготовки при $a/d_0 = 0,025$ від кута α : $t_{min} = 0,1$, $\varphi = 0$; $t_{max} = 0,15$, $\varphi = 180$, α : 1 – 12°, 2 – 8°, 3 – 4°, 4 – 2°

Вказаною причиною і викликана поява такого виду геометричної похибки, як викривлення осі обробленої деталі, що приводить до відхилення від циліндричності обробленого виробу.

Для кількісної оцінки цієї похибки та визначенню впливу режимних факторів та геометрії інструменту в роботі [1] розроблена модель для визначення вигину осі деформованої деталі f в залежності від зміни осьового розміру тонкостінної та товстостінної ділянок (рис. 3).

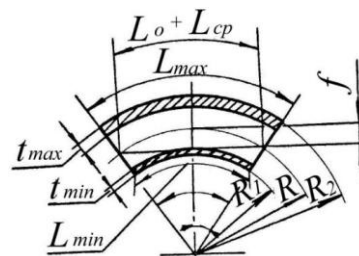


Рис. 3. Викривлення осі різновтовщинної заготовки

При виконанні дослідницької роботи і промислової перевірки отриманих результатів було встановлено наступне. Запропонований технологічний процес виготовлення камери згоряння ракети С5 "повітря – повітря" і "повітря – земля" з використанням деформуючого

протягування передбачає заміну холоднотягнутої трубної заготовки 56×4 на заготовку 54×3; за рахунок цього коефіцієнт використання металу (КВМ) зростає з 0,45 до 0,60. Для камери згоряння ракети ВВ7 відповідно: 40×5 замість 42×7 і КВМ = 0,77 замість діючого КВМ = 0,49. Щодо камери ракети залпового вогню КВМ зростає з 0,65 до 0,82.

Проведені дослідження дозволили розробити принципово нову конструкцію деформуючої протяжки [2], яка дозволяє за рахунок впливу додаткового спеціального елемента на зону позаконтактної деформації після чорнового протягування реалізувати правку оброблюваної деталі зі сторони інструменту при сумарній відносній деформації $\sum a/d_0 = 0,01 - 0,03$ з отриманням кривизни твірної $\Delta \leq 0,2$ мм на 500 погонних міліметрів. Крім того, в процесі обробки була використана нова конструкція опори [1], яка створювала додатковий момент, що протидіяв викривленню обробленої деталі.

Рекомендовано наступний типовий технологічний процес обробки: деформуюче протягування на "стиск" у розсувній опорі з правкою зі сторони інструменту з сумарною відносною деформацією 0,01–0,03 для виправлення некруглості отвору трубної заготовки металургійного походження; термічна обробка за заводською схемою; чистове різальне протягування з сумарним припуском 0,2–0,5 мм для видалення дефектного шару заготовки. У всіх випадках протягування слід виконувати на горизонтально-протяжних верстатах з зусиллям 200–400 кН при швидкостях 0,1–0,15 м/с у середовищі мастильно-охолоджувальної рідини на основі ріпакової оливи [1].

Список використаних джерел:

1. Посвятенко Е.К. Інженерія деталей, оброблених протягуванням: монографія/ Е.К. Посвятенко, Я.Б. Немировський, С.Е. Шейкін, І.В. Шепеленко, О.В. Чернявський. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 466 с.

2. Посвятенко Е.К. Протягування та протяжний інструмент: монографія / Е.К. Посвятенко, Я.Б. Немировський, І.В. Шепеленко. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2020. – 298 с.

3. Ya. Nemyrovskiy, E. Posvyatenko, S. Sheikin, Yu. Tsekhanov, "Cylindrical control of holes of tube details manufactured by deforming broaching", Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science, vol. 4, no. 2, pp. 14-25, 2018.

Немировський Яків Борисович – д-р техн. наук, професор кафедри механічної інженерії, Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, e-mail: kmi_nyab@ztu.edu.ua, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8005-8584>.

Шепеленко Ігор Віталійович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: kntucpfzk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1251-1687>.

Посвятенко Наталія Іванівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інженерії машин транспортного будівництва, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: natali1963@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2217-4170>.

Nemyrovskiy Yakiv – Doctor of Technical Science, Professor of the Department of Mechanical Engineering, Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, e-mail: kmi_nyab@ztu.edu.ua, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8005-8584>.

Shepelenko Ihor – Doctor of Technical Science, Professor, Professor Department of Exploitation and Repairing Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytsky, e-mail: kntucpfzk@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1251-1687>.

Posviatenko Natalia – Ph.D., associate professor, Associate Professor of the Department of Transport Construction Machinery Engineering, National Transport University, Kyiv, e-mail: natali1963@ukr.net, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2217-4170>.

Р. В. Василенко, Т. В. Паращенко, Д. А. Мазурок

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОГО ПРИСТРОЮ ВИСТАВЛЕННЯ КУРСУ

Анотація: проаналізовано методи та засоби початкового виставлення інерціальної навігаційної системи (ІНС) літака Су-24 в азимуті, на основі аналізу алгоритму функціонування ІНС досліджено вплив похибок азимутального виставлення на точність визначення навігаційних параметрів, що привело до висновку про необхідність розробки комплексного пристрою виставлення курсу (КПК) з оптимальними характеристиками.

Ключові слова: повітряне судно, інерціальні навігаційні системи, азимутальне виставлення навігаційних систем, індукційний датчик, акселерометр, комплексний пристрій виставлення курсу.

Abstract: The methods and means of initial setting of the inertial navigation system (INS) of the Су-24 aircraft in azimuth were analyzed, based on the analysis of the INS functioning algorithm, the effect of azimuth setting errors on the accuracy of determining navigation parameters was investigated, which led to the conclusion of the need to develop a complex course setting device with optimal characteristics.

Key words: aircraft, inertial navigation systems, azimuthal alignment of inertial navigation systems, induction sensor, accelerometer, a comprehensive aircraft heading setting device.

В умовах сьогодення, значний вплив на надійність систем та комплексів повітряного судна мають екстремальні умови експлуатації повітряного судна, що зумовлені використанням повітряних суден (ПС) в бойових умовах на межі їх граничних можливостей. Такі умови експлуатації можна порівняти з дослідною експлуатацією виробів авіаційної техніки в мирний час з метою дослідження її довгострокової надійності за короткострокові строки. Враховуючи екстремальні умови експлуатації авіаційної техніки та її значний ресурс напрацювання, ми маємо величезну, нетипову нормальним умовам експлуатації кількість відмов систем та агрегатів повітряного судна, які неможливо описати та передбачити жодними законами математичної статистики.

Сучасні літаки виконують бойові задачі на великих радіусах бойових дій, мають високі маневрові якості, що викликає необхідність знання льотчиком точного просторового положення та місцезнаходження ПС.

Для визначення пілотажно-навігаційних параметрів найбільш поширено використовуються ІНС, точність функціонування яких значно залежить від якості початкового виставлення їх гіроплатформ у горизонт та в азимуті. Окремі його операції досить складні, а час виставлення у значній мірі визначає час підготовки бортових комплексів.

Порівняльна характеристика методів початкового виставлення ІНС в азимуті яка наведена в таблиці 1 показує, що найбільш універсальним для його виконання є метод подвійного гірокомпасування, який може застосовуватись незалежно від часу доби, у будь-яких метеорологічних умовах, на необладнаному аеродромі. Точність даного методу за середньоквадратичною похибкою становить 30 кутових мінут, але час виставлення досягає 70 хв.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика методів азимутального виставлення ІНС

Метод азимут. виставлення	Методи визначення	Можливість застосування на аеродромі		Можливість застосування		Точність азимут. виставлення, кут. мін.	Час визначення $\Psi_{ст}$, хв.
		Обладнаний	Необладнаний	День	Ніч		
МК	за допомогою ІД	+	+	+	+	87	-
ЗК	за розміткою	+	-	+	+	60	-

	теодолітом з бусоллю	+	+	+	-	26,8	24,5
	провішуванням осі	+	-	+	-	8	15
	оптичний	+	-	+	-	5	7
	за прицілом	+	-	+	-	18,4	9
Гірокомпасування	одинарне	+	+	+	+	60	35
	подвійне	+	+	+	+	30	70
	аналітичне	+	+	+	+	30	70

Виставлення за сигналами індукційного датчика, як витікає з таблиці, здійснюється практично миттєво, але точність при цьому досить низька.

Використання для азимутального виставлення ІНС індукційного датчика дозволить попередньо виставити її гіроплатформу приблизно у напрямку меридіана без допоміжних пристроїв, наприклад, теодоліта, а наявність каналу гірокомпасування приводить до підвищення точності азимутального виставлення, що і забезпечує досягнення загального позитивного ефекту.

Перемикання з каналу магнітного курсу на канал гірокомпасування здійснюється автоматично комутуючим блоком.

Структурна схема КПВК реалізована в гіростабілізаторі індикаторного типу і зображена на рис. 1.

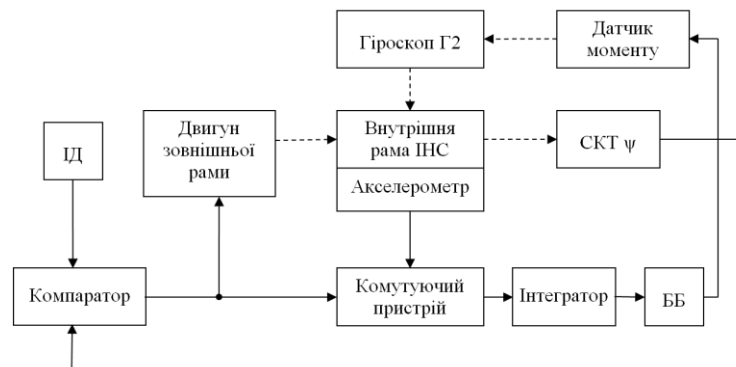


Рис. 1. Структурна схема комплексного пристрою виставлення курсу

Індукційний датчик подає сигнал на компаратор, який порівнює його з сигналом з СКТ ψ і подає сигнал на двигун зовнішньої рами ГП та на комутуючий пристрій. Двигун зовнішньої рами механічно зв'язаний з зовнішньою рамою ІНС і обертає її. Зовнішня рама механічно зв'язана з СКТ ψ , який подає сигнал на компаратор.

Сигнал акселерометра, який знаходиться на внутрішній рамі ІНС, подається на комутуючий пристрій, який передає його на інтегратор. Інтегратор подає сигнал на блок балансування і через нього – на датчик моменту. Датчик моменту механічно зв'язаний з гіроскопом Г2, який керує внутрішньою рамою ІНС.

Функціональна схема комплексного пристрою виставлення курсу (КПВК) показана на рис 2.

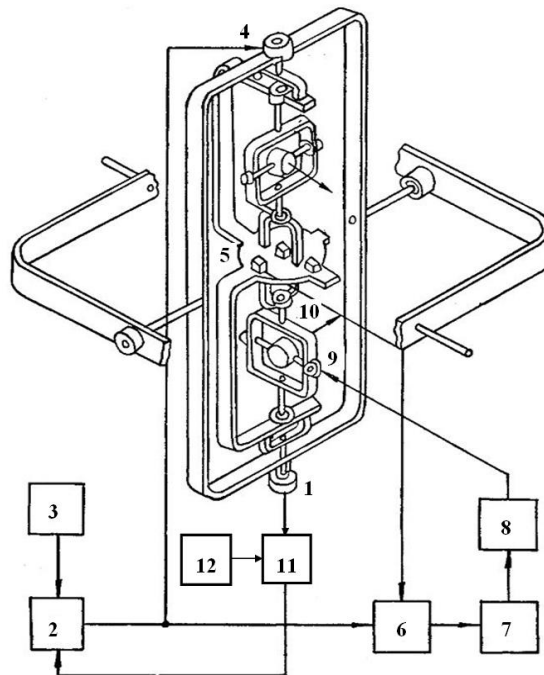


Рис. 2. Функціональна схема комплексного пристрою виставлення курсу

Він складається з каналу магнітного курсу, що містить індукційний датчик 3 та двигун відпрацювання внутрішньої рами 4; каналу гірокомпасування, який складається з акселерометра 5, інтегратора 7 та датчика моменту гіроскопа 9, а також блоку балансування 8.

Крім того, до комплексу входять компаратор (порівнюючий пристрій на базі суматора) 2, комутуючий пристрій 6 та синусно-косинусний трансформатор – датчик курсу 1.

КПВК працює таким чином: з індукційного датчика 3 через компаратор 2 сигнал, пропорційний магнітному курсу, надходить на двигун відпрацювання рами курсу 4. Двигун, обертаючи раму, приводить її до положення, у якому вісь чутливості акселерометра 5 повернута приблизно на північ. При цьому з синусно-косинусного трансформатора датчика курсу 1 сигнал, пропорційний кутовому положенню рами, надходить на другий вхід компаратора 2. При рівності сигналів на входах пристрою 2 з його виходу подається сигнал на керуючий вхід комутуючого пристрою 6. По цьому сигналу вмикається режим гірокомпасування.

Сигнал з виходу акселерометра 5 через комутуючий пристрій 6 надходить на вхід інтегратора 7. З виходу інтегратора 7 сигнал, пропорційний $\Omega R \cos \varphi \sin A$, де Ω – кутова швидкість обертання Землі, R – радіус Землі, φ – широта місця виставлення, A – кут неузгодженості між напрямком осі чутливості акселерометра 5 та напрямком на північ, надходить на датчик моменту 9 триступеневого гіроскопа 10. Гіроскоп 10 довиставляє гіроплатформу у площині горизонту на північ до такого положення, коли кут A буде дорівнювати нулю.

У блоці балансування 8 запам'ятовуються для урахування у робочому режимі інерціальній навігаційній системі похибки дрейфу гіроплатформи, інструментальні похибки акселерометра та інтегратора.

Схема для компенсації систематичної похибки, на рис. 2 відображена поз. 11 та 12. Це відповідно, пристрій введення широти місця виставлення ІНС та аналоговий обчислювач усталеної похибки виставлення курсу $\Delta_{уст.}$.

Застосування КПВК дозволяє здійснювати компенсацію широтної складової усталеної похибки азимутального виставлення.

Список використаних джерел:

1. Зарубін А. М. Інерціальні вимірювачі в авіації : навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014. – 120 с.

2. Зарубін А. М. Інерціальна курсовертикаль ИКВ-1 : навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014. – 56 с.
3. Зарубін А. М. Системи орієнтації та навігації. Ч. 2. Навігаційні системи літальних апаратів : курс лекцій – Х. : ХУПС, 2012.
4. Малогабаритна інерціальна система МИС : навч. посіб. / А. М. Зарубін, О. М. Шелякін. – Х. : ХНУПС, 2018. – 64 с.

Василенко Роман Вікторович, старший викладач кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, spike75.rv@gmail.com.

Паращенко Тимур Васильович, доктор філософії, провідний науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, місто Черкаси, Liberian2009@gmail.com.

Мазурок Дмитро Андрійович, оператор екіпажу безпілотних літальних апаратів ланки безпілотних літальних апаратів, в/ч А0449 м. Старокостянтинів, dimarion748@gmail.com.

Vasilenko Roman Viktorovich, senior lecturer at the Department of Aviation Operations of Aircraft and Helicopters, Aviation Engineering Faculty, Kharkiv National University of Military Forces named after Ivan Kozhedub, Vi Nnitsya, spike75.rv@gmail.com.

Parashchenko Timur Vasilyovich, Doctor of Philosophy, advanced scientific specialist of the State Scientific Research Institute for Testing and Certification of New and Industrial Technology, Cherkasy city, Liberian2009@gmail.com.

Mazurok Dmytro Andriyovych, operator of the crew of unmanned lethal vehicles, tank of unmanned lethal vehicles, military unit A0449 m. Starokostyantyniv, dimarion748@gmail.com.

Р. В. Василенко, Т. В. Паращенко, С. В. Кальмуцький

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПАЛИВОМІРНОЇ СИСТЕМИ ЛІТАКА ВИНИЩУВАЧА МіГ-29

***Анотація:** проведений аналіз існуючих методів вимірювання рівня пального та його витрати, похибки паливних датчиків, які впливають на точність вимірювань, особливостей функціонування та експлуатації авіаційних витратомірів та паливомірів літака-винищувача. Розроблені рекомендації щодо підвищення точності вимірювання рівня палива, за рахунок зменшення похибки існуючого датчика, шляхом інтегрування інваріантного датчика до зміни сорту пального.*

***Ключові слова:** літак-винищувач, паливомір, витратомір, паливо, похибка, інваріантний датчик, ємність.*

***Abstract:** An analysis of existing methods for measuring fuel level and fuel consumption, fuel sensor errors that affect measurement accuracy, and the peculiarities of the functioning and operation of aircraft flowmeters and fighter jet fuel gauges was carried out. Recommendations have been developed to improve the accuracy of fuel level measurement by reducing the error of the existing sensor by integrating an invariant sensor to the change of fuel grade.*

***Key words:** fighter aircraft, fuel gauge, flow meter, fuel, error, invariant sensor, capacity.*

В умовах героїчного протистояння Українського народу повномасштабному вторгненню збройних сил російської федерації на територію України, постійному обстрілу цивільної інфраструктури та об'єктів критичної інфраструктури, наше суспільство як ніколи потребує значної кількості сучасних військових літаків, для захисту своїх громадян, державної цілісності та суверенітету.

Досвід бойових дій показав, що застосування винищувальної авіації є ефективним засобом знищення техніки і військових цілей противника і набуває все більшого значення при виконанні багатьох різних завдань. Для забезпечення успіху бойового завдання пілоту необхідна інформація про експлуатаційний стан всієї авіоніки повітряного судна.

Однією з найважливіших систем винищувача МіГ-29 є система вимірювання витрати і залишку пального, основною метою якої є забезпечення безперебійної подачі палива в двигуни літака і точне вимірювання запасу і витрати палива. Інформація про запас і витрату палива має першорядне значення для льотчика. Це дозволяє точно розрахувати дальність і тривалість польоту, а програмне забезпечення для прогнозування витрат палива дозволяє забезпечити необхідне центрування літака.

Актуальним постає питання, щодо підвищення точності виміру рівня палива на борту паливомірно-витратомірною системою літака-винищувача МіГ-29, тому був проведений аналіз технологій обслуговування системи паливомірно-витратомірну СТР6-2А, яка встановлена на літаку МіГ-29 та шляхи відновлення системи з урахування досвіду виконання бойового завдання.

Провівши аналіз конструкції системи СТР6-2А функціонування засобів вимірювання запасу палива на борту бойового літака з урахуванням досвіду ведення бойових дій та внаслідок опису роботи головних елементів, було виявлено наступні недоліки даної системи:

- великі масо-габаритні показники (4,47 кг);
- система вичерпала ресурс визначений виробником;
- використання застарілих електронних компонентів;
- недостатня багатозадачність;
- неможливість програмування обчислювальних елементів.

Якщо рівень палива змінюється після тривалого використання паливоміра або накопичується осад, можуть виникнути помилки, а точність вимірювання може бути знижена до 20%, що може призвести до катастрофічних наслідків. Тому такі системи мають досить високий рівень методичних (від 4 до 6%) та інструментальних похибок (до 20%), що в значній

мірі заважають отриманню достовірних результатів вимірювання та індикації запасу палива на борту ПС для льотчика.

Найбільш впливовим фактором на точність вимірювань рівню та залишку пального є похибка датчиків паливоміра ДТ-36А, що пов'язана зі зміною сорту пального і вона може досягати 20% відхилень від нормальних значень. Враховуючи це, для підвищення точності вимірювань рівня палива пропонується зменшення похибки шляхом інтегрування датчиків інваріантних до зміни сорту пального.

Для підвищення точності виміру рівня палива на борту літака МіГ-29 пропонується інтегрування в системи СТР6-2А інваріантного датчика, що не залежить від сорту пального, та порівняння його зі існуючим ємнісним датчиком ДТ-36А, що суттєво зменшить методичну похибку вимірювання і дасть приріст точності 15%, а приріст по інструментальній похибці приріст точності 2%.

В свою чергу загальна похибка датчика ДТ-36А більша за похибку інваріантного датчика на 17%.

Враховуючі застарілу елементну базу СТР6-2А, та те що літаки даного типу планується і надалі експлуатувати, є необхідним інтеграція сучасних бортових цифрових електронно-обчислювальних пристроїв для покращення надійності системи, а саме:

1. Датчики типу ДТ-36А паливомірної частини СТР6-2А замінити на датчик інваріантного до зміни сорту пального, що зменшить похибку вимірювання до 18%.

2. Враховуючі застарілу елементну базу СТР6-2А, та те що літаки даного типу планується і надалі експлуатувати, є необхідним інтеграція сучасних бортових цифрових електронно-обчислювальних пристроїв для покращення надійності системи.

Запропонована модернізація СТР6-2А методом заміни деяких елементів, що в свою чергу буде сприяти зменшенню масогабаритних характеристик системи. Це надасть можливість програмувати СТР6-2А, що позитивно вплине на боєдатність, адже значно скоротить час на підготовку повітряного судна до польотів, що в бойових умовах є дуже важливим фактором.

Список використаних джерел:

1. Прилади та системи контролю силових установок: навч. посіб. / А.М. Зарубін, М.М. Петренко. – Х. : ХУПС, 2015. – 136 с.
2. Вимірювальні перетворювачі (сенсори): підручник / В.М. Ванько, Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, Ю.В. Яцук; за ред. проф. Є.С. Поліщука та проф. В.М. Ванька. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 584 с.
3. Керівництво по технічній експлуатації системи СТР 6-5.
4. Датчики для контролю рівню величин [Електронний ресурс] – режим доступу до статті: http://univer.nuczu.edu.ua/e-books/009/TA/rozd2_3.htm.

Василенко Роман Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Паращенко Тимур Васильович – доктор філософії, провідний науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси, Україна; email: Liberian2009@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9908-4408>.

Кальмуцький Сергій Валерійович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242 навчальної групи, Харків, Україна; email: sergey02042004@gmail.com.

Vasilenko Roman Viktorovich – Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, senior clerk of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Parashchenko Timur Vasilyovich – Doctor of Philosophy, leading scientific scientist at the State Scientific Research Institute for Testing and Certification of New and Modern

Technology, Cherkassy, Ukraine; email: Liberian2009@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9908-4408>.

Kalmutsky Sergey Valeriyovich – *Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, cadet of the 242nd primary group, Kharkiv, Ukraine; email: sergey02042004@gmail.com.*

Р. В. Василенко, В. О. Чигрін, О. А. Гальопа

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ БЕЗПЛАТФОРМНИХ ІНЕРЦІАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЩОДО ЇХ АДАПТАЦІЇ НА ЛІТАКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Анотація: розглянуті можливості відходу платформних інерціальних навігаційних систем до безплатформних інерціальних навігаційних систем, так як вони мають кращі характеристики безвідмовності та точності і дає можливість для функціонального, інформаційного й апаратурного об'єднання навігаційних вимірників в інтегрований навігаційний комплекс.

Ключові слова: повітряне судно, інерціальна навігаційна система, пілотажно-навігаційне обладнання, гіроскоп, акселерометр.

Abstract: The article considers the possibilities of platform inertial navigation systems moving to platform-free inertial navigation systems, as they have better reliability and accuracy characteristics and provide an opportunity for functional, informational and hardware integration of navigation gauges into an integrated navigation complex.

Key words: aircraft, inertial navigation system, pilot navigation equipment, gyroscope, accelerometer.

Застосування повітряних суден (ПС) в бойових діях передбачає оперативність, точність та раптовість дій, що накладає певні вимоги на пілотажно-навігаційне обладнання.

Проблема точного визначення місцеположення повітряного судна в повітряному просторі є найголовнішою при рішенні завдань навігації. Під час польоту пілотові необхідно чітко орієнтуватися в просторі для цього необхідна система, яка би визначала положення ПС відносно земної поверхні, а також кутову орієнтацію в обраній системі координат. Ці завдання в повному обсязі вирішують різні типи навігаційних систем.

Навігаційні системи являють собою централізовані пристрої, що поєднують індукційні (магнітні), гіроскопічні, астрономічні і радіотехнічні засоби вимірювання параметрів польоту.

У навігаційних системах автоматизується процес корекції помилок окремих компасних датчиків і знижується загальний рівень помилок до мінімального значення; поліпшуються динамічні властивості курсової системи в цілому і полегшується аналіз вихідної інформації. Вони мають підвищену перешкодозахищеність і володіють достатньою автономністю застосування.

Навігаційні системи сучасних літаків є комплексними, вони складаються з ряду взаємопов'язаних підсистем, які побудовані на різних методах і способах навігації. Фізичні явища, пов'язані з інерцією тіл і використовуються в інерціальній навігації, підпадають під дію законів механіки, які справедливі по відношенню до інерціальної системи координат. У інерціальних навігаційних системах виробляється штучна матеріалізація інерційної координатної системи з точністю до приладових помилок відповідних пристроїв.

Базовим напрямком розвитку інерціальних навігаційних систем повітряних суден є технологія безплатформних систем. Найперспективнішими у теперішній час є безплатформні інерціальні навігаційні системи (БІНС), які у порівнянні з платформними мають цілий ряд переваг, а саме:

1. Надійність;
2. Менші розміри, маса та енергоємність;
3. Значне спрощення механічної частини системи та її компоновки;
4. Відсутність обмежень з кутів розвороту;
5. Скорочення часу початкового виставлення;
6. Визначення навігаційних параметрів за допомогою алгоритмів;
7. Спрощення рішення задачі резервування і контролю працездатності системи та її елементів.
8. Підвищений технічний ресурс.

Специфіка БНС, полягає у жорсткій прив'язці блоку чутливих елементів (гіроскопів, акселерометрів) до осей об'єкта, тобто заміні фізичної платформи математичною. Тому до гіроскопів БНС висуваються такі вимоги:

- стабільність дрейфових характеристик чутливих елементів (ЧЕ) при запуску;
- стабільність дрейфових характеристик ЧЕ від запуску до запуску;
- висока стабільність масштабного коефіцієнта вимірювань у всьому динамічному діапазоні;
- введення алгоритмічної компенсації температурних залежностей параметрів ЧЕ;
- великий динамічний діапазон вимірювання;
- скорочення енергоспоживання системи;
- скорочення часу готовності.

Цим вимогам в даний час в більшій мірі задовольняють лазерні, волоконно-оптичні, хвильові твердотільні та мікромеханічні гіроскопи.

Алгоритми роботи БНС описуються системою диференціальних рівнянь, і для їх вирішення необхідно задати початкові умови, які і визначаються в процесі початкової виставки.

Але, як за кордоном, так і в нашій країні досвід розробок та постійне вдосконалення технологій в напрямку підвищення точності, зниження собівартості, масо-габаритних параметрів і споживаної енергії свідчить про те, що лазерні гіроскопи є найбільш пріоритетні для побудови БНС.

Проаналізовані можливі шляхи удосконалення чутливих елементів безплатформних інерціальних навігаційних систем щодо їх адаптації на літаки Повітряних Сил Збройних Сил України та викладені відповідні рекомендації. Їх сутність зводиться до вдосконалення комплексної обробки вимірювань у всьому динамічному діапазоні.

Відшукане рішення удосконалює побудову БНС та в подальшому дає можливість для функціонального, інформаційного й апаратного об'єднання навігаційних вимірників в інтегрований навігаційний комплекс, що в свою чергу спрощує пілотування літака з одночасним дотриманням безпеки польотів та підвищення точності вимірювання кутів просторового положення та кутових швидкостей ПС.

Об'єднання (інтеграція) такого обладнання в єдиний функціонально, структурно і конструктивно взаємозалежний навігаційний комплекс дозволяє повніше використовувати наявну на борту ПС надмірну інформацію, завдяки цьому з'являється можливість розширити коло розв'язуваних задач і поліпшити якість їх виконання.

Список використаних джерел:

1. В.О. Рогожин, А. В. Скрипець, М. К. Філяшкін Автономні системи навігації конкретного типу повітряного судна та їх технічне обслуговування: навч. посіб. НАУ, 2015.
2. В.Б. Успенський, Ю.А. Кузнецов, Ю.Е. Сурганова. Методика експериментального визначення параметрів розміщення акселерометрів у безплатформній інерційній навігаційній системі. Вісник НТУ "ХПІ". № 1, 2019.

Василенко Роман Вікторович, старший викладач кафедри № 203, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Чигрін Володимир Олександрович, в/ч А0449 м. Старокостянтинів, інженер відділення інженерно-авіаційного забезпечення, email: chygrin002@gmail.com.

Гальона Олександр Андрійович, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242 навчальної групи, Харків, Україна; email: alsandr124@gmail.com.

Vasilenko Roman Viktorovich, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Chygrin Volodymyr Oleksandrovich, military unit A0449 m. Starokostyantyniv, engineer of the aviation security department, email: chygrin002@gmail.com.

Galopa Oleksandr Andriyovych, *Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, cadet of the 242nd primary group, Kharkiv, Ukraine; email: alsandr124@gmail.com.*

В. П. Варакута, М. В. Варакута

РОБОТИЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВИХ ФУНКЦІЙ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙНІ

Анотація: у роботі розглянуто конструктивний розвиток безпілотних літальних апаратів (БпЛА) або дронів (з англ. *трутень*), наведено класифікацію з переліком основних тактико-технічних характеристик на прикладі російських БпЛА. Систематизовано хронологію та визначено причини появи дронів з новими функціями та призначенням. Автори обґрунтовують розширення функціональних можливостей БпЛА потребами російсько-Української війни, дають науковий прогноз їх подальшого конструктивного розвитку та тенденції розширення функцій, які можуть виникнути в майбутньому.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, дрони, російсько-Українська війна, озброєння, тактика застосування.

Annotation: The work examines the constructive development of unmanned aerial vehicles (UAVs, drones - from the English *drones*), gives a classification with a list of the main tactical and technical characteristics using the example of Russian UAVs. The chronology is systematized and the reasons for the appearance of drones with new functions and purpose are determined. The authors substantiate the expansion of the functional capabilities of UAVs with the needs of the Russian-Ukrainian war, give a scientific forecast of their further constructive development and trends of expansion of functions that may arise in the future.

Keywords: unmanned aerial vehicles, drones, Russian-Ukrainian war, weapons, tactics of use.

До початку *p-Uв* провідні армії Європи мали на озброєнні переважно БпЛА, які виконували лише розвідувальні, корегувальні й ударні функції. Однак, саме *p-Uв* надала поштовх стрімкому розвитку й удосконаленню конструкцій дронів. За призначенням їх прийнято ділити на три групи: комерційні, споживчі та бойові. Комерційні БпЛА, на відміну від споживчих, мають розширені можливості та функціонал, тому виявилися затребуваними для вирішення військових завдань. БпЛА до війни як правило кваліфікувалися за розмірами та вагою. На прикладі збройних сил рф у таблиці наведено тактико-технічні характеристики (ТТХ) та класифікація дронів за вагою.

ТТХ БпЛА збройних сил рф різних класів

Характеристика	Клас БпЛА		
	легкі	середні	важки
Злітна маса, кг	5–100	100–300	300–500
Дальність дії, км	10–70	70–250	250–1000
Швидкість польоту БпЛА до зони розвідки, км/год	120–140	210–220	200–210
Тривалість польоту БпЛА, год	2–3	5–6	19–21
Дальність виявлення цілі, км	5–9	18–32	11–18
Дальність розпізнавання цілі, км	5–9	6–17	7–9
Площа розвідки за 1 год. польоту, кв. км	35	50	50
Швидкість польоту під час ведення повітряної розвідки, км/год	80–90	110–120	130–140
Віддалення зони розвідки від позиції БпЛА, км	5–6	25–30	60–70
Розміри зони розвідки, яка призначається одному БпЛА, км	(5–6)×(4–5)	(8–10)×(10–12)	(10–12)×(24–25)
Прогнозована кількість об'єктів у зоні розвідки, од.	6–12	5–7	20–24
Ширина смуги огляду БпЛА, м	500	750	950

Примітка: за даними порталу GEOSCAN (російська універсальна класифікація)

Проте саме *p-Uв* внесла свої корективи, тому що з'являються дрони, що виконують різноманітні функції від забезпечення бойових дій до прямої участі в них. Такі апарати фахівці починають кваліфікувати за конструкцією, призначенням і функціями, які вони виконують.

Відомі наступні принципи польоту: балістичний, аеродинамічний, ракетно-динамічний (реактивний) і аеростатичний. Найбільш поширені конструкції дронів, що використовують аеродинамічні та аеростатичні принципи створення підйомної сили, наприклад, БпЛА літакого типу або коптери, підйомна тяга яких, здійснюється електродвигунами з гвинтами. За кількістю гвинтів дрони кваліфікуються на бікоптери, трикоптери, квадрокоптери (мультироторного типу виробництва DJI, Autel та Xiaomi), гексакоптери та октокоптери.

На початку *p-Ув* СоУ та сили вторгнення (*Свт*) рф почали вдень активно застосовувати звичайні FPV-дрони, а вночі – FPV-дрони з камерою люмінофорного типу. Перші повідомлення про застосування БпЛА під час *p-Ув* з'являються під час Харківсько-Лиманської наступальної операції Сил оборони України (СоУ). На початку грудня 2022 р. *Свт* рф здійснили контрнаступ на Лиманському напрямку, застосували штурмові загони (*ШмЗ*), які склалися зі штурмових рот (*ШмР*), а ті, в свою чергу, зі штурмових взводів (*ШмВз*). Крім бойових груп різного призначення до *ШмЗ* обов'язково входила група БпЛА, до *ШмР* – розрахунок БпЛА, а до *ШмВз*, як основного елементу бойового порядку *ШмЗ* – оператор БпЛА. Розрахунки операторів БпЛА також входили до складу підрозділів СоУ, активність дій яких підкреслювали окупанти під час бойових на Лиманському напрямку.

До основних російських БпЛА розвідників, що задіяні на *p-Ув*, відносяться такі, як “Дозор-100”, “Корсар”, “Мерлін-ВР”, “ZALA 421-16Е5”, “Орлан-10” різних типів та інші типи дронів з меншими ТТХ. Ці основні БпЛА спроможні вести розвідку над територією України на відстань починаючи з передових позицій СоУ до 600 км у глибину, стеля польоту від декількох метрів до 10 км зі швидкістю до 150 км/год. До основних російських ударних БпЛА відносяться такі, як “Альтаір”, “Оріон”, “Форпост”, “ZALA 421-22” та “Горизонт Ейр S-100”, радіус дій яких сотні км, час польоту від 35 хв. до 48 год. та стелею від 1 км до 12 км. Також *Свт* рф активно застосовують баражуючі боеприпаси-камікадзе російського виробництва, такі як “Ланцети” різних типів та “Куб-БЛА”, у яких максимальна дальність польоту до 40 км, час польоту 3–40 хв та маса БЧ до 3 кг. Також окупанти застосовують баражуючі боеприпаси-камікадзе іноземного виробництва, такі як “Shahed-136/131” та білоруський УБАК-25 “Чекан” з максимальною дальністю польоту від 25 до 900 км, стелею від 200 м до 900 км та масою БЧ від 2 до 15 кг. У жовтні 2022 р., під час Херсонської наступальної операції, українські війська застосували американську мережево-центричну систему управління боями, в якій дрони забезпечували відеокартинку та зв'язок для коригування управлінських рішень відповідних командирів. З появою на озброєнні високоточної далекобійної артилерії та РСЗВ HIMARS, українське командування застосовувало тактику “сітка смерті”, що передбачала масовані, послідовні та злагоджені ракетно-артилерійські та авіаційні удари по логістичній інфраструктурі та військових об'єктах і цілях ворога. Інформацією про противника СоУ забезпечували дрони-розвідники і дрони-корегувальники вогню. Починаючи з грудня 2022 р. СоУ застосовують оперативно-стратегічні дрони літакого типу по авіабазах, НПЗ і терміналах та інших цілях на відстань до 1 тис. 800 км в глибині територій рф. У листопаді 2023 – квітні 2024 р. у СоУ виникла гостра проблема з відсутністю постачання усім необхідним для ведення війни з боку США через саботаж Нижньої палати представників сенату США щодо виділення грошей на потреби України. Тому, нестачу боеприпасів, артилерії, літаків тактичної авіації, гвинтокрилів було вирішено замінити масовим виробництвом і застосуванням дронів тактичного, оперативно-тактичного та оперативно-стратегічного призначення. Для цього був створений новий рід військ ЗСУ – Сили безпілотних систем. Противник також постійно удосконалював способи застосування дронів. Наприклад, на Соледарському та Бахмутському напрямках ПВК “Вагнер” застосовувала тактику “карусель” із дронів типу “MAVIC 3” та БпЛА-розвідника “Орлан” для виявлення українських вогневих позицій та передавання їх координат своїй артилерії. У січні 2024 р. в бойовій обстановці успішно були випробувані новітні українські системи РЕБ “Покрова”, які збивали з курсу дрони противника. Комплекс “Покрова” використовує технологію “спуфінгу”, яка підміняє супутникові сигнали вводячи в оману навігаційні пристрої дронів. Відхилившись від маршруту, вони пролітають повз ціль або падають неушкодженими. “Спуфінг” непомітний для дронів та може успішно застосовуватись на відміну від звичайного глушіння усіх сигналів, але майже не має впливу на “Shahed-136/131” через використання в їх конструкції повністю автономної інерційної навігаційної системи, яка навіть без сигналів дозволяє продовжити рух у напрямку цілі. У лютому 2024 р. МВС України

оприлюднила успішну роботу на Одеському напрямку зрк “VAMPIRE SAM” проти російських “Shahed-136/131” із застосуванням реактивних снарядів “APKWS” з лазерним наведенням. При цьому, електронно-оптична станція брала на приціл ворожий дрон, а потім реактивний снаряд вразив його. Також розроблений для знищення “Shahed-136” керований квадрокоптер-перехоплювач “Sting” зі швидкістю понад 160 км зі стелею в 3 км.

У червні 2024 р. СВм рф по всій лінії фронту немов “щит”, розтягнули невидимий паркан електромагнітних імпульсів систем РЕБ, “жертвами” яких стають українські ракети, керовані снаряди, БпЛА тощо. Російські РЕБ мали руйнівний ефект в Україні. В якийсь момент СоУ втрачали близько 10 тис. БпЛА на місяць. Робота російських засобів РЕБ в операціях в електромагнітному спектрі стала більш ефектною й корисною за датчики, супутники, радары, інфрачервоні детектори та інші технології для пошуку цілей, координації атак і наведення багатомільйонних озброєнь, що надавали США та інші країни. Змінити ситуацію допомогла б модернізація програмного забезпечення та додаткові датчики, які дали б змогу БпЛА залишатися на заданому курсі, незважаючи на перешкоди. Отже, широке застосування БпЛА змусило обидві сторони змінити тактику на більш обережні дії малих тактичних груп.

Бойові дії влітку 2024 р. на Харківському напрямку за кількістю БпЛА назвали “дронною війною”, в якій приймають участь БпЛА постановники радіоперешкод; БпЛА-бомбардувальники; БпЛА-винищувачі ворожих БпЛА та гвинтокрилів з елементами штучного інтелекту, які на останній ділянці наведення відключаються від оператором й наводяться самостійно, що унеможливує вплив засобів РЕБ; дрони дистанційного мінування; дрони-матки, які несуть на собі декілька FPV-дронів, які при досягненні визначеного рубежу (району), розлітаються по своїх завданнях та мікро-дрони для спостереження за ворогом в бліндажах та опорних пунктах. У липні 2024 р. в серійне виробництво поступив самий великий український багатофункціональний дрон “Королева Шершнея”, який здатний нести до 9,5 кг вантажу на відстань до 5 км і 6 кг – до 17 км та FPV-дрон “RAM-X” – аналог російського “Ланцет”, але з покращеними ТТХ. У Курській області вночі на камеру був знятий український дрон, який підняв бетонний “зуб дракону” і переніс його по повітрю на декілька сотень метрів та встановив на магістральну асфальтовану дорогу. Бойове хрещення пройшла ракета-дрон “Паляниця”, яка за бойовими можливостями ідентична крилатій ракеті. Влітку 2024 р. на озброєння СоУ поступили дрони-вогнемети “Дракон” з термітними боєприпасами, які використовують два способи знищення противника: “відкритий” – це полив з дрону рідкою запальною сумішшю (термітом) оборонних позицій ворога, протяжністю від 100 до 300 м. та “точковий”, коли на ворога скидається термобарична граната, після спрацювання якої виникає вибухова хвиля та піднімається температура навколишнього середовища від 2400° С до 2600° С. Вперше СоУ застосований дрон-вогнемет та дрон з касетною бойовою частиною для масового знищення живої сили противника під час “м’ясних” штурмів. В процесі випробувань дрони, які управляються через дроти зі скловолокна, для захисту від засобів РЕБ.

Отже, автори дійшли висновку, що до основних аспектів перспективної роботизації військових функцій та особливостей застосування БпЛА в *p-Uv* доцільно віднести такі:

- пристосування дронів, практично до усіх сфер військової, особливо, бойової діяльності;
- автономність БпЛА (без втручання людини) завдяки елементам штучного інтелекту;
- здатність дронів протистояти засобам РЕБ із злому систем управління;
- посилення технологічного ланцюга виробництва дронів різних класів та призначень;
- забезпечення екологічної безпеки під час експлуатації.

Таким чином БпЛА суттєво змінили способи (тактику) ведення бойових дій, тому їх і надалі доцільно ретельно досліджувати та впроваджувати у бойову підготовку військ.

Список використаних джерел:

1. Воєнно-історичний опис російсько-української війни (липень 2022 р.–листопад 2023 р.). Київ : АГ ЗС України та ГШ ЗС України, 2022–2023.
2. Інформаційний бюлетень з вивчення та впровадження досвіду (липень 2023–вересень 2023 р.). Київ : КПК СВ ЗСУ
3. Інформаційний бюлетень “З питань вивчення досвіду застосування військ (сил) збройних сил України та військових частин (підрозділів) противника” (із врахуванням досвіду російсько-Української війни 2022-2024 років). АУ ГШ ЗС України. Київ, 2024. 57 с.

Варакута Володимир Павлович – доктор філософії, доцент, доцент кафедри військового управління, e-mail: etk.varakuta@gmail.com Військовий інститут танкових військ НТУ “ХПІ”, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5759-8758>

Варакута Микита Володимирович – старший помічник начальника науково-організаційного відділу e-mail: Varakuta.nv@gmail.com Військовий інститут танкових військ НТУ “ХПІ”, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0009-0005-9192-101X>

VolodymyrVarakuta – Philosophy Doctor (PhD) Associate Professor Senior Lecturer e-mail: etk.varakuta@gmail.com of Military institute of Tank Troops NTU “KhPI”, Kharkiv, Ukraine

Varakuta Nikita – Senior assistant to the head of the scientific and organizational department of Military institute of Tank Troops NTU “KhPI”, e-mail: Varakuta.nv@gmail.com Kharkiv, Ukraine

Д. В. Байдачна, Г. В. Табачук

ВИВЧЕННЯ ІСТОРИЧНОГО ДОСВІДУ НАШИХ ПРЕДКІВ ДОПОМАГАЄ ЗБЕРЕГТИ НАЦІОНАЛЬНУ ПАМ'ЯТЬ ТА ІДЕНТИЧНІСТЬ

Анотація: в умовах глобалізації та інформаційної війни питання збереження національної ідентичності набуває особливої актуальності. Дослідження розглядає, як вивчення історії може допомогти суспільству протистояти зовнішньому ворогу та зберегти свою культурну спадщину.

Ключові слова: національна ідентичність, культурна спадщина, історія.

Annotation: In the conditions of globalization and information war, the issue of preserving national identity becomes especially urgent. The study examines how the study of history can help a society resist an external enemy and preserve its cultural heritage.

Key words: national identity, cultural heritage, history.

Ми вважаємо, що у сучасному світі, де глобалізація та інформаційні технології стирають національні кордони, питання збереження національної ідентичності набуває особливої актуальності. Маніпуляції з історичною пам'яттю, поширення фейкових новин та спроби переписання історії стають потужними інструментами у боротьбі за вплив. Тому вивчення історичного досвіду наших предків є не просто академічним інтересом, а необхідністю для збереження національної самосвідомості та протистояння зовнішнім загрозам.

Російсько-українська війна, яка розпочалася 24 лютого 2022 року, актуалізувала питання ролі та значення історичної освіти населення, а також потребу переосмислення методологічної складової частини досліджень з історії України[1].

Історична пам'ять – потужна й нічим не замінна частина духовного потенціалу нації, смисложиттєвий компонент нації- і державотворення, основа історичної свідомості соціуму.

Історики вважають, що історичній пам'яті не досить самих фактів. Їй не обійтися без конструювання наративів, адже це спосіб мислення про історію та історичну пам'ять. Отже, формування наративів стає полем битви[2].

У ході дослідження ми змогли дійти до таких результатів:

- Безпосередній зв'язок між знанням історії та силою національної ідентичності. Глибоке розуміння історичного шляху свого народу формує міцніший зв'язок індивіда з нацією, підвищує почуття приналежності та лояльності.

- Ідентифікація вразливих груп до маніпуляцій історичною пам'яттю. Молодь, менш освічені верстви населення та ті, хто менше залучений до громадського життя, виявляються більш схильними до впливу фейків та перекручених історичних наративів.

- Розробка практичних рекомендацій для зміцнення історичної свідомості. Дослідження може запропонувати вдосконалення шкільних програм, створення нових історичних музеїв, а також розвиток історичних досліджень.

- Аналіз впливу цифрових технологій на формування історичної пам'яті. Соціальні мережі, інтернет-меми та інші інструменти цифрової комунікації значно впливають на спосіб сприйняття історії та її інтерпретацію. Дослідження може запропонувати способи протидії дезінформації в цифровому середовищі.

- Встановлення зв'язку між історичною пам'яттю та громадянською активністю. Люди з глибоким знанням історії виявляють більшу активність у громадському житті, відстоюванні національних інтересів та захисті демократичних цінностей.

Проведене дослідження підтвердило, що вивчення історичного досвіду є невід'ємною частиною формування національної ідентичності. Було встановлено, що знання історії сприяє розвитку критичного мислення, підвищує стійкість до маніпуляцій та зміцнює громадянську єдність. Для збереження національної пам'яті необхідно посилити роль історичної освіти, підтримувати історичні дослідження та протидіяти спробам фальсифікації історії.

Список використаних джерел:

1. Філіпович, М. (2023). Проблеми формування історичної пам'яті в освітній сфері України. Літопис Волині, (28), 174–178. URL: <https://doi.org/10.32782/2305-9389/2023.28.24>.
2. Мирний, М. (2020). Історична пам'ять: якою вона має бути і як її формувати. URL: <https://zmina.info/articles/istorychna-pamyat-yakoyu-vona-maye-buty-i-yak-vesty-dyskusiyu/>.

***Байдачна Діана Віталіївна** – студент Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: dianabaidacna@gmail.com*

***Табачук Григорій Васильович** – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: gtabachukv@gmail.com*

***Baidachna Diana Vitaliyvna** – student Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: dianabaidacna@gmail.com*

***Tabachuk Hryhoriy Vasyliovych** – Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: gtabachukv@gmail.com*

Д. В. Байдачна, Г. В. Табачук

СТАНОВЛЕННЯ ГЕНДЕРНОЇ РІВНОСТІ В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ
УКРАЇНИ У НАШ ЧАС

Анотація: дане дослідження висвітлює досить актуальну проблему становлення гендерної рівності в Збройних Силах України на тлі сучасних глобальних трендів. Ми аналізували законодавчу базу, практику реалізації гендерної політики, а також ставлення військовослужбовців та суспільства до цього питання. Особлива увага приділяється впливу російсько-української війни на процес становлення гендерної рівності в українській армії.

Ключові слова: гендерна рівність, жінки-військовослужбовці, гендерна політика, Збройні Сили України

Annotation: This research sheds light on the rather urgent problem of establishing gender equality in the Armed Forces of Ukraine against the background of modern global trends. We analyzed the legislative framework, the practice of implementing gender policy, as well as the attitude of military personnel and society to this issue. Special attention is paid to the influence of the Russian-Ukrainian war on the process of establishing gender equality in the Ukrainian army.

Keywords: gender equality, female military personnel, gender policy, Armed Forces of Ukraine

Гендерна рівність в Збройних Силах України – це рівний правовий статус, рівні можливості, рівні обов'язки та рівна відповідальність осіб військовослужбовців обох статей (чоловіків і жінок) під час проходження військової служби[1].

Попрацювавши над даним питанням, ми виявили суттєвий прогрес у впровадженні гендерної рівності в ЗСУ, здійснили ідентифікацію основних бар'єрів для досягнення гендерної рівності, визначили вплив російсько-української війни на процес становлення гендерної рівності та змогли зробити аналіз ставлення суспільства та військовослужбовців до гендерної рівності.

Після повномасштабного вторгнення росії на територію України, зросла кількість жінок, які стали на захист Батьківщини, долучившись до лав ЗСУ, інших військових формувань та добровольчих об'єднань територіальних громад. Якщо у 2014 р. Загальна чисельність жінок у ЗСУ становила 49 926 осіб, із них військовослужбовиць – 16 557 осіб, то станом на 1 березня 2023 р. кількість жінок у Збройних Силах України зросла до 60 538 осіб, із них військовослужбовиць – близько 42 898 [2].

Якщо раніше жінки могли проходити службу на посадах переважно медичних спеціальностей, бухгалтерів, зв'язківців, кухарів, діловодів, то зараз таких обмежень немає. Жінка в армії може бути командиром БМП, кулеметником, снайпером, водієм, гранатометником, заступником командира розвідгрупи, ремонтником тощо[3].

Командири з прогресивним сучасним мисленням не заважають, а сприяють професійному зростанню жінок. Проте трапляються випадки, коли жінок не сприймають нарівні з чоловіками і надають перевагу виключно особам чоловічої статі. Наразі у Збройних Силах України лише 9 % офіцерських посад обіймають жінки, і лише три жінки мають генеральське звання [4].

Проведене дослідження показало, що процес становлення гендерної рівності в Збройних Силах України має як свої позитивні, так і негативні сторони. З одного боку, досягнуто значних успіхів у розширенні можливостей для жінок-військовослужбовців. З іншого боку, існують значні бар'єри, які перешкоджають досягненню повної гендерної рівності. Для подальшого прогресу необхідно продовжувати роботу над зміною гендерних стереотипів, забезпеченням рівних можливостей для кар'єрного зростання, а також створенням безпечного середовища для всіх військовослужбовців незалежно від статі.

Список використаних джерел:

1. Кринець, Л., & Сидоренко, А. (2024). ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕНДЕРНОЇ ПОЛІТИКИ В ЗБРОЙНІ СИЛИ УКРАЇНИ З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ І ВИМОГ НАТО. Вісник Національного університету оборони України, 79(3), 79–88. <https://doi.org/10.33099/2617-6858-2024-79-3-79-88>
2. <https://armyinform.com.ua/2023/03/15/u-zsu-spsterigayetsya-pozytyvna-dynamika->

vprovadzhennya-gendernoyi-rivnosti/

3. Statistics. How many women serve in the Armed Forces of Ukraine in 2023 (2023). Military Media Center by the Ministry of Defense of Ukraine [Electronic resource] - Accessed on: URL: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20231219-skilky-zhinok-sluzhyt-u-zsu-u-2023-roczii-statystyka>.

4. <https://divoche.media/2023/05/05/henderna-rivnist-uperedzhennia-i-zhinoche-liderstvo-u-zsu-pro-shcho-hovoryly-na-spetsialniy-podii-ukrainskoho-zhinochoho-konhresu>.

Байдачна Діана Віталіївна – студент Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: dianabaidacna@gmail.com

Табачук Григорій Васильович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: gtabachukv@gmail.com

Baidachna Diana Vitaliyvna – student Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: dianabaidacna@gmail.com

Tabachuk Hryhoriy Vasyliovych – Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: gtabachukv@gmail.com

Д. В. Байдачна, Г. В. Табачук

ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗНАТЬ ПРО ЗАПОБІГАННЯ КОРУПЦІЇ В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ СЛУХАЧІВ ВІЙСЬКОВОЇ КАФЕДРИ

Анотація: сьогоднішня нам показує, що запобігання корупції відіграє важливу роль, адже таким чином майбутні офіцери, які на даний момент є слухачами та здобувають освіту на військовій кафедрі, перебуваючи в на своїх посадах, будуть чесними та віданими своїй справі, діятимуть добросовісно не лише зі своїм особовим складом, а й з вищим керівництвом, запобігатимуть таким виявам як кумівство та хабарництво, будуть слідувати згідно статутам Збройних Сил України незалежно від особистих вигід під час службово-бойових завдань та за їх межами.

Ключові слова: корупція, добросовісність, запобігання корупції, протидія, хабарництво, статуту Збройних Сил України, особиста вигода

Annotation: The present shows us that the prevention of corruption plays an important role, because in this way future officers, who are currently trainees and receiving education at the military department, while in their positions, will be honest and devoted to their work, will act in good faith not only with their personal staff, but also with the top management, will prevent such manifestations as nepotism and bribery, will follow the statutes of the Armed Forces of Ukraine regardless of personal benefits during service and combat tasks and beyond.

Keywords: corruption, integrity, prevention of corruption, counteraction, bribery, statutes of the Armed Forces of Ukraine, personal gain

Корупція в армії є серйозною проблемою, яка підриває довіру суспільства, послаблює обороноздатність держави та гальмує реформи. Саме тому, ми вважаємо, що таке питання як формування знань про запобігання корупції у слухачів кафедри військової підготовки не втрачає свою актуальність і дійсно є важливим завданням.

Під час даного дослідження було розроблено такі ключові ідеї, завдяки яким ми намагались сформулювати правильне поняття корупції та чому важливо запобігання їй:

- Корупція – це злочин. Вона підриває довіру суспільства та твоїх товаришів по службі, послаблює обороноздатність держави та шкодить репутації Збройних Сил.
- Запобігання корупції – це обов'язок кожного військовослужбовця. Слід зазначити, що це не лише просто формальність, а й є необхідним елементом професійної діяльності.
- Знання законів про запобігання корупції, знання статутів Збройних Сил та вміння застосовувати отриманні знання, адже це запорука успішної кар'єри військовослужбовця.
- Чесність, добросовісність, безкорисність – цінності, які мають бути притаманні кожному військовослужбовцю, тому слід забути про особисту вигоду та хабарництво, щоб протидіяти корупції власним прикладом для своїх товаришів по службі та підопічних.

Особливе місце у гарантуванні конституційних прав і свобод військовослужбовців належить таким спеціально уповноваженим суб'єктам у сфері протидії корупції, як: органи прокуратури, Національне антикорупційне бюро України, органи внутрішніх справ України та Національне агентство з питань запобігання корупції [1, ст. 1].

Крім того, з огляду на останні події в Україні та специфіку військової служби, потрібно створити окремий інститут Уповноваженого Верховної Ради України з прав військовослужбовців, який буде підзвітний парламенту і незалежний від керівництва Збройних Сил, інших військових формувань та державних органів влади. Адже, як свідчить світовий досвід боротьби з корупцією, запровадження інституту омбудсмена з питань оборони є важливим компонентом будь-якої антикорупційної стратегії, яка об'єднує політичні, соціальні та економічні реформи зі зміцнення системи національної добросовісності та має більше шансів на успіх, аніж окремі антикорупційні заходи, незалежно від того, якими рішучими та актуальними вони є [2].

Пріоритетність превентивних антикорупційних заходів гарантує реалізацію конституційних прав і свобод військовослужбовців та є вагомою передумовою в запобіганні корупційним правопорушенням [3].

Для ефективнішого результату, ми пропонуємо урізноманітнити методи звичного викладання (лекції, практичні завдання), додавши дискусію – обговорення актуальних проблем боротьби з корупцією та рольові ігри – як моделювання реальних ситуацій, в яких слухачі можуть відпрацювати свої навички, запрошення досвідчених лекторів, що напряму пов'язані з протидією, подоланням та запобіганням корупційної діяльності.

Дане дослідження є важливим кроком для запобігання корупції сьогоденних ще слухачів військових кафедр. Результати досліджуваного питання можуть стати основою для розробки ефективних заходів, спрямованих на очищення Збройних Сил України від корупції та зміцнення довіри суспільства до армії.

Список використаних джерел:

1. Про запобігання корупції : закон України від 14.10.2014 № 1700-VII // База даних (БД) «Законодавство України» Верховна Рада (ВР) України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1700-18> (дата звернення: 25.10.2017)
2. Виховання добросовісності та боротьба з корупцією в оборонному секторі : збірник прикладів (компедіум) позитивного досвіду. Женева: Женев. центр демократичного контролю над збройними силами, 2010. 287 с.
3. Запобігання і протидія корупції в державних органах та органах місцевого самоврядування : метод. рек. М-ва юстиції України від 16.10.2013 // БД «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0020323-13> (дата звернення: 22.10.2017).

***Байдачна Діана Віталіївна** – студент Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: dianabaidacna@gmail.com*

***Табачук Григорій Васильович** – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. E-mail: gtabachukv@gmail.com*

***Baidachna Diana Vitaliyvna** – student Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: dianabaidacna@gmail.com*

***Tabachuk Hryhoriy Vasyliovych** – Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: gtabachukv@gmail.com*

А.В. Колесник, Ю. В. Георгієв

ВАРІАНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ ВІД ПОТЕНЦІЙНОГО ПРОТИВНИКА В УМОВАХ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Анотація: дослідження та аналіз варіантів реалізації захисту радіолокаційних станцій (РЛС) від впливу потенційного противника в умовах ведення військових дій є запорукою успішного виконання поставлених військових завдань. Особлива увага приділена методам забезпечення стійкості та надійності РЛС у складних бойових умовах, а також засобам активного та пасивного захисту. Розглянуто основні загрози, пов'язані з впливом засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), та запропоновані можливі контрзаходи для зниження їх ефективності. Аналізуються сучасні технології маскуванню та укриття, системи самозахисту РЛС.

Ключові слова: захист РЛС, засоби активного та пасивного захисту, повітряний противник, протиповітряна оборона.

Abstracts: The study and analysis of options for the protection of radar stations (RS) from the influence of a potential enemy in the conditions of military operations is a guarantee of successful fulfilment of military tasks. Particular attention is paid to the methods of ensuring the stability and reliability of radars in difficult combat conditions, as well as to the means of active and passive protection. The main threats associated with the impact of electronic warfare (EW) are considered, and possible countermeasures to reduce their effectiveness are proposed. Modern technologies of camouflage and concealment, as well as radar self-defence systems are analysed.

Keywords: radar defence, active and passive defence means, air enemy, air defence.

Вступ

Одним із ключових елементів систем протиповітряної оборони (ППО) та розвідки, які використовуються для виявлення, відстеження і класифікації повітряних, наземних і об'єктів. В умовах військових дій ефективність РЛС стає вирішальною, тому забезпечення їх захисту є критичним завданням. Однак, радіолокаційні системи піддаються значним загрозам з боку засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), протирадарних ракет, а також фізичних атак. У цій статті розглядаються основні варіанти захисту РЛС, які можна реалізувати в умовах сучасного конфлікту. [1, 2].

Основна частина

Через важливість ефективному веденні бойових дій РЛС стають мішенню для засобів ураження противника, таких як ракети, авіація або електронні системи боротьби. Для забезпечення їх захисту застосовують як активні, так і пасивні засоби [1, 2]. Розглянемо спочатку пасивні засоби захисту, які є критично важливими для зниження вразливості РЛС без активного застосування зброї чи засобів придушення, до яких можна віднести:

Маскування та розосередження. Один із ключових пасивних засобів захисту радіолокаційних станцій – це використання маскуванню та розосередження. Розміщення РЛС в природних укриттях, таких як лісові масиви, гірські райони або штучні споруди, може значно зменшити ризик їх виявлення противником. Крім того, розосередження кількох РЛС на великій відстані одна від одної дозволяє знизити ефективність масованих ударів. Маскування РЛС може включати використання камуфляжних сіток

або спеціальних матеріалів, що поглинають радіовипромінювання. Таким чином, зменшується ефективність ворожих систем виявлення та наведення зброї.

Поглиналильні покриття. Для зменшення радіолокаційної помітності РЛС застосовуються спеціальні матеріали, що поглинають електромагнітні хвилі. Це дозволяє значно зменшити відбитий сигнал, що ускладнює виявлення станції ворожими радарми. Такі покриття можуть бути нанесені як на саму антену, так і на допоміжні елементи інфраструктури. Поглиналильні матеріали на основі метаматеріалів або радіопоглинаючих полімерів є одним з сучасних напрямів розвитку в цій сфері.

Використання відбивачів та приманок. Ще одним ефективним пасивним засобом захисту є використання відбивачів та приманок. Відбивачі здатні створювати хибні сигнали, які імітують реальні РЛС або інші об'єкти, відволікаючи на себе ворожі засоби ураження. Приманки можуть бути наземними чи повітряними і використовуються для імітації роботи справжніх станцій. Таким чином, противник витрачає свої ресурси на хибні цілі, залишаючи основні об'єкти непошкодженими.

Використання укриттів та мобільність. Стаціонарні РЛС часто використовують спеціально підготовлені укриття або бункери, що захищають їх від ударів. Ці споруди здатні витримувати удари високоточної зброї або артилерійські обстріли. Укриття також можуть бути обладнані системами охолодження для зниження теплового сліду, що робить станцію менш вразливою для теплових або інфрачервоних засобів наведення.

Мобільні РЛС мають перевагу в тому, що можуть швидко змінювати своє розташування, знижуючи ризик їх ураження. Швидке розгортання і згортання мобільних комплексів дозволяє уникати попадання під удари після виявлення. Зміна позицій також ускладнює противнику здійснення ефективного планування атаки.

Радіотехнічне маскування. Цей метод включає зниження інтенсивності випромінювання РЛС або його тимчасове вимкнення, щоб уникнути виявлення противником. Окрім того, можливе використання режимів роботи, які зменшують відбиток радіолокаційного сигналу або змінюють його частотний діапазон, що ускладнює роботу засобів радіоелектронної боротьби противника. Важливим є також використання радіолокаційних станцій з низьким енергоспоживанням, що робить їх менш помітними.

Захист від електромагнітного імпульсу (ЕМІ). Електромагнітні імпульси, створювані в результаті ядерного вибуху або спеціальних засобів ЕМ-випромінювання, можуть вивести з ладу електронні системи РЛС. Для захисту від цього застосовуються спеціальні екрани, фільтри та заземлення, які знижують вплив ЕМІ на електроніку. Ефективне захист від ЕМІ є важливим для збереження працездатності РЛС у складних бойових умовах.

Одним з основних методів активного захисту РЛС є використання перешкод, що викликають радіоелектронні збої в роботі засобів ураження противника [2, 3].

Активне радіоелектронне заглушення: спеціальні системи створюють радіочастотні сигнали, які перекривають або спотворюють радіосигнали противника. Це робить виявлення та наведення на ціль менш точними або неможливими.

Засоби постановки перешкод: системи, що генерують штучні сигнали на тих самих частотах, що й радіолокаційна станція противника, заважають її роботі. Такі системи можуть працювати як з власними, так і з сторонніми РЛС, щоб забезпечити широке покриття.

Зміна робочих частот і адаптивні системи: змінюючи частоту роботи РЛС, можна уникнути виявлення або заглушення її роботи засобами противника. Ця техніка відома як «частотна гнучкість» і дозволяє станції оперативно перемикатися між різними частотними діапазонами, коли противник намагається створити перешкоди на певному

діапазоні. Деякі сучасні РЛС оснащені «адаптивними системами», які здатні аналізувати спектр і автоматично вибирати найменш загрозливу частоту для роботи.

Хибні цілі та дезінформація: ефективним методом захисту є створення хибних радіолокаційних відображень або «імітацій». Такі системи вводять противника в оману щодо місцезнаходження реальної РЛС або об'єктів, що захищаються. Це може бути реалізовано за допомогою декількох варіантів, таких як: хибні передавачі та активних ретрансляторів. Перші в свою чергу створюють додаткові сигнали, що імітують роботу справжньої РЛС. Другі – це спеціальні прилади, які відображають радіолокаційні хвилі таким чином, що створюється враження наявності додаткових об'єктів. Ці методи спрямовані на те щоб противник витрачав свої ресурси і час на ураження несправжніх цілей, знижуючи ймовірність знищення реальної РЛС.

Окремо слід відзначити, що розвиток кіберзагроз змушує приділяти увагу захисту програмного забезпечення РЛС [4]. Засоби кіберзахисту включають в себе ряд заходів, зокрема: шифрування даних, для запобігання доступу до конфіденційної інформації; захист від зламу – це впровадження протоколів безпеки, що унеможливають злам системи і використання її вразливостей для виведення РЛС з ладу.

Висновки

Пасивні та активні засоби захисту радіолокаційних станцій є невід'ємною складовою їх безпеки на полі бою. Використання маскуванню, поглинальних матеріалів, приманок, укриттів та радіотехнічного маскуванню дозволяє значно зменшити ймовірність ураження РЛС противником. Поєднання методів радіоелектронної боротьби, частотної гнучкості, створення хибних цілей, фізичного захисту та кібербезпеки дозволяє забезпечити надійну роботу РЛС і зменшити ризик їх ураження противником. Сучасні технології продовжують вдосконалювати ці методи, роблячи радіолокаційні системи більш стійкими до зовнішніх загроз та зберігаючи їхню ефективність у бойових умовах.

Список використаних джерел:

1. Гризо А. А., Костира О. О., Лісогорський Б. А., Ткаченко В. І. Аналіз характеристик та оцінка ефективності застосування потенційних засобів вогневого ураження елементів системи протиповітряної оборони у російсько-українській війні. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2023. № 1 (50). С. 70-81. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.50.08>.
2. Олійник В. В., Данилюк І. А., Оцінювання важливості об'єктів противника в ході планування рейдових дій з використанням методу аналізу ієрархії. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ, 2020. Вип.2 (38). С. 107–112. DOI: 10.33099/2311-7249/2020-38-2-107-112.
3. Толюпа С.В., Дружинін В. А., Наконечний В.С., Цьопа Н.В., Батрак Є.О. Методи та алгоритми обробки радіолокаційної інформації у багатопозиційних системах зі змінною просторовою конфігурацією / Толюпа С.В., Дружинін В. А., Наконечний В.С., Цьопа Н.В., Батрак Є.О. - К.: Логос, 2014. – 230 с. ISBN978-966-171-860-8.
4. Вплив штучного інтелекту на стратегії захисту інформаційних систем від нових типів кіберзагроз. (2024). Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 337(3(2), 366-372. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-55>

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Георгієв Юрій Вікторович – старший викладач кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів, Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. М. Кожедуба, м. Харків, e-mail: yura.georgiev.74@ukr.net

Kolesnik Andrii V. - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com

Yuriy Viktorovych Georgiev – senior lecturer at the Department of Aircraft and Helicopter Aviation Equipment, I.M. Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, e-mail: yura.georgiev.74@ukr.net

В. В. Мартиненко

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВОДОПРИЙМАЛЬНОЇ СКВАЖИНИ

Анотація. В роботі розглянуто метод розрахунку потрібного вакууму для водоприймальної станції.

Ключові слова: військовослужбовець, вакуум, тиск, турбулентний.

Abstract. The work considers the methodology for calculating the necessary dilution for a water intake station.

Keywords: military serviceman, vacuum, pressure, turbulence.

Вступ

Актуальність розрахунку водоприймальної станції для військовослужбовців полягає в необхідності забезпечення постійного і безперервного постачання чистої води в умовах військових дій, навчань або польових операцій. Вода є ключовим ресурсом для підтримки фізичної та психологічної витривалості військових, тому точний розрахунок потреб у воді є важливою частиною логістичної підтримки армії. Це забезпечує не тільки безпеку та здоров'я особового складу, але й ефективність виконання бойових завдань.

Метою розробки методики розрахунку водоприймальної станції є створення ефективної системи водозабезпечення для військових підрозділів та надати можливість самостійно прораховувати потрібний вакуум для насосної станції.

Постановка задачі

На водоприймальній станції здійснюється транспортування води з точки **A** до точки **B**, а також з точки **B** до точки **C** через трубопровід. Необхідно розрахувати витрату води, швидкість потоку та інші гідравлічні параметри системи за температури $t = 5^{\circ}\text{C}$, витрати $Q_{AB} = 15$ л/с, внутрішній діаметр трубопроводу становить $d_{BC} = 125$ мм, ліні подачі $L_{BC} = 20$ м, за напіру $H = 1,8$ м

Результат дослідження

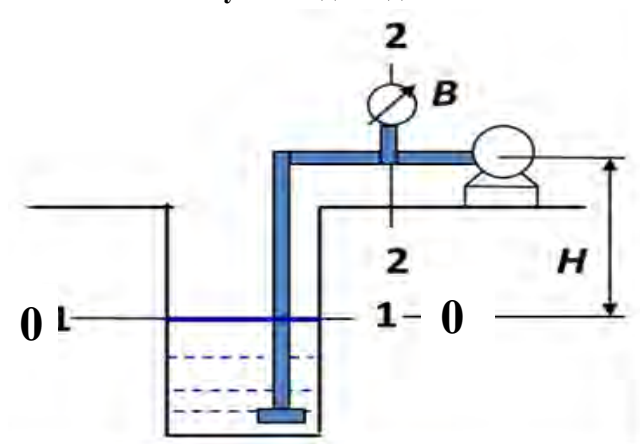


Рисунок 1 – Схема водоприймальної скважини з насосом

1. Визначаємо теплофізичні властивості води $t = 5$ ($^{\circ}\text{C}$)

$$\rho = 999,8 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right); \nu = 1,5475 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right)$$

2. Приймаємо площину порівняння 0 – 0 та 2 – 2 і 1 – 1 (рис 1)

3. Рівняння Бернуллі має загальний вигляд

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \alpha_2 \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_{1-2}. \quad (1)$$

4.

В

изначаємо координати

Геометрична висота положення: $Z_1 = 0$, $Z_2 = H = 1,8$ (м).

Абсолютні тиски: $P_1 = P_{\text{атм}} = 10^5$; $P_2 = P_{\text{атм}} + B$.

Швидкості: $v_1 = 0$;

Розрахуємо швидкість потоку в трубі

$$v_2 = \frac{Q_{\text{AB}}}{\omega} = \frac{4 \cdot Q_{\text{AB}}}{\pi \cdot d_{\text{BC}}}, \quad (2)$$

$$v_2 = \frac{4 \cdot 0,015}{3,14 \cdot 0,125^2} = 1,22293 \text{ (м/с)}.$$

5.

В

изначимо критерій Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{v_2 \cdot d_{\text{BC}}}{\nu}, \quad (3)$$

$$\text{Re} = \frac{1,22293 \cdot 0,125}{1,5475 \cdot 10^{-6}} = 98782,7.$$

Визначивши критерій Рейнольдса робимо висновок, що режим течії: Турбулентний.

При турбулентному режимі коефіцієнт Коріоліса $\alpha_2 = 1$, $\alpha_1 = 0$.

6.

П

риймемо матеріал трубопроводу – сталевий суцільнотягнутий, новий.

7.

3

додатку Б беремо середнє значення шорсткості $k_e = 0,014 \cdot 10^{-3}$ м.

8.

В

изначаємо співвідношення

$$\frac{\text{Re} \cdot k_e}{d_{\text{BC}}}, \quad (4)$$
$$\frac{\text{Re} \cdot k_e}{d_{\text{BC}}} = \frac{98782,7 \cdot 0,014 \cdot 10^{-3}}{0,125} = 11.$$

$$10 < 11 < 500$$

9.

В

використаємо формулу Альтшуля для знаходження коефіцієнта гідравлічного опору

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{k_\epsilon}{d_{\text{BC}}} \right)^{0,25}, \quad (5)$$

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{98782,7} + \frac{0,014 \cdot 10^{-3}}{0,125} \right)^{0,25} = 0,0185.$$

10.

В

изначаємо коефіцієнти місцевих опорів за табл. Б 2 [1]

$$\text{Вхід в труду через решітку} \left(\frac{f_0}{f_p} - 0,5 \right) \zeta_{\text{вх}} = 5,8$$

Різкий поворот труби на кут $90^\circ = 1,19$

11.

В

изначимо втрати напору

$$h_{1-2} = h_\ell + h_{\text{мо}} = \lambda \cdot \frac{L}{d} + (\zeta_{\text{вх}} + \zeta_{\text{п}}) \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g}, \quad (6)$$

$$h_{1-2} = 0,0185 \cdot \frac{20}{0,125} \cdot \frac{1,22293^2}{2 \cdot 9,81} + (1,19 + 5,8) \cdot \frac{1,22293^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 \text{ (м)}.$$

12.

П

ідставляємо координати та отримані величини в рівняння Бернуллі (3.1)

$$0 + \frac{10^5}{999,8 \cdot 9,81} + 0 \cdot \frac{0^2}{2 \cdot 9,81} = 1,8 + \frac{P_{\text{атм}} + B}{999,8 \cdot 9,81} + 1 \cdot \frac{1,22293^2}{2 \cdot 9,81} + 0,76,$$

$$\frac{P_{\text{атм}}}{\rho \cdot g} = 1,8 + \frac{P_{\text{атм}} + B}{\rho \cdot g} + 1 \cdot \frac{1,22293^2}{2 \cdot 9,81} + 0,76,$$

$$0 = 1,8 + \frac{B}{999,8 \cdot 9,81} + 1 \cdot \frac{1,22293^2}{2 \cdot 9,81} + 0,76,$$

$$0 = 2,6 + \frac{B}{999,8 \cdot 9,81},$$

$$B = -2,6 \cdot 999,8 \cdot 9,81,$$

$$B = -25,550 \text{ (КПа)}.$$

Висновки

На основі вихідних даних задачі можна визначити основні параметри роботи водоприймальної станції, зокрема витрату води, швидкість потоку в трубопроводі, гідравлічні втрати тиску та потужність насоса для забезпечення стабільної подачі води. Ось ключові висновки:

Ці розрахунки є важливими для оптимізації системи водопостачання військовослужбовців у польових умовах. Правильне планування та налаштування водоприймальної станції забезпечить ефективну роботу і зменшить ризик проблем, пов'язаних з водопостачанням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ткаченко С.Й. Гідрогазодинаміка в прикладах і задачах: навчальний посібник/С.Й.Ткаченко, Н.Д.Степанова. - Вінниця: ВНТУ, 2012. – 180 с.
2. Положення про курсове проектування у Вінницькому національному технічному університеті / Ю. В. Булига, Л. П. Громова, Р. Р. Обертюх. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 43 с.
3. Лабораторний практикум з дисципліни "Гідрогазодинаміка". С.Й.Ткаченко, Чепурной М.М., Степанов Д.В.- Вінниця, 2004. – 64 с.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни "Гідрогазодинаміка" для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 144 - "Теплоенергетика". - ВНТУ ; уклад.: С. Й. Ткаченко, Н. Д. Степанова. - Вінниця: ВНТУ, 2018. - 107 с.
5. Колчунов В.І. Теоретична та прикладна гідромеханіка/Навч.пос. –К.:НАУ, 2004. –336 с.

Мартиненко Віталій Вікторович – студент групи ТЕ-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, група 04-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vitaliymartynenko2004@gmail.com

Martynenko Vitalii V. – student of group TE-21b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, group 04-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University

А. В. Колесник

ХАРАКТЕРИСТИКИ FPV-ДРОНІВ, ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В БОЙОВИХ ДІЯХ

Анотація: останні роки світовий досвід бойових дій показав, що безпілотні літальні апарати (БПЛА) або дрони відіграють значну роль, змінюючи традиційні методи ведення війни. Вони дозволяють військовим формуванням проводити розвідку в реальному часі, коригувати артилерійський вогонь, завдавати удари по ворожих об'єктах, виконувати транспортні завдання та інші. Крім того, використання БПЛА значно знижує ризики для особового складу, підвищуючи ефективність військових операцій та зменшуючи бойові втрати.

Ключові слова: застосування БПЛА, FPV-дрони, безпілотні ударні апарати

Abstracts: In recent years, the global experience of warfare has shown that unmanned aerial vehicles (UAVs) or drones play a significant role in changing traditional methods of warfare. They allow military formations to conduct real-time reconnaissance, adjust artillery fire, strike enemy targets, perform transport tasks, and more. In addition, the use of UAVs significantly reduces the risks to personnel, increasing the effectiveness of military operations and reducing combat losses.

Keywords: use of UAVs, FPV drones, unmanned combat vehicles

Вступ

FPV-дрони (First Person View drones) є новітніми технологіями, що активно застосовуються у військових операціях. Їх використання на полі бою дозволяє виконувати розвідувальні, атакуючі та підтримуючі функції з мінімальним ризиком для операторів. Завдяки компактності, маневреності та віддаленому управлінню, FPV-дрони стали невід'ємною частиною сучасних військових конфліктів. Розглянемо основні тактико-технічні характеристики цих дронів та їх застосування в бойових діях [1, 2].

Основна частина

FPV-дрони стрімко набувають популярності в сучасних бойових діях завдяки своїм тактико-технічним характеристикам та можливості реалізації високоточних ударів. Ці безпілотні літальні апарати (БПЛА) з FPV-технологією дозволяють оператору дистанційно керувати дроном, використовуючи камеру, що передає зображення в реальному часі. Такий підхід забезпечує високу точність навігації, ефективність виконання розвідувальних та ударних завдань, а також мінімізує ризики для операторів. Повномасштабне вторгнення Збройних сил Російської Федерації в Україну ще раз довело, що сучасні безпілотні літальні апарати відіграють ключову роль у досягненні переваги на полі бою. Завдяки їх використанню Збройні сили України знищили значну кількість ворожої техніки, озброєння та особового складу як на окупованих територіях, так і на території Росії. БПЛА дозволяють підтримувати наступальний потенціал навіть проти більш чисельного та технологічно розвинутого ворога.

Особливістю, яка суттєво відрізняє війну в Україні від конфлікту в Нагірному Карабасі, є активне використання Збройними силами України FPV-дронів (дронів з видом від першої особи). На відміну від великих безпілотників, таких як Bayraktar TB2, які застосовувалися Азербайджаном, FPV-дрони забезпечують більшу маневреність і точність при значно менших витратах. Згідно зі звітом американського Інституту вивчення війни, українські сили використовують FPV-дрони для часткової компенсації нестачі артилерійських боєприпасів на полі бою, застосовуючи їх для відбиття атак російської бронетехніки та піхоти [1,3].

FPV-дрони дозволяють оператору керувати літальним апаратом у режимі реального часу з видом "від першої особи" завдяки камері та відеопередавачу, встановленим на дроні. Це дає можливість бачити те, що бачить дрон, і точно керувати ним, навіть у складних умовах, як-от міські бої або пересічена місцевість. Основна перевага FPV-дронів — це їх висока маневреність і швидкість, що робить їх ідеальними для виконання різноманітних тактичних завдань. Вони

можуть використовуватися як для розвідки, так і для атак на наземні цілі. Завдяки малим розмірам та здатності швидко змінювати висоту й напрямок, FPV-дрони важко виявити та збити засобами ППО. Збройні Сили України активно використовують їх для розвідки та коригування артилерійського вогню, що дозволяє отримувати точну інформацію про розташування ворожих сил і техніки, планувати атаки з меншою кількістю помилок. Крім того, FPV-дрони можуть бути оснащені вибуховими пристроями для виконання точкових ударів по ворожих об'єктах.

З огляду на широке використання FPV-дронів для досягнення переваги на полі бою, виникає необхідність аналізу їх тактико-технічних характеристик (ТТХ) і тактики застосування. Це зумовлено потребою в постійному вдосконаленні можливостей використання FPV-дронів в умовах бойових дій і впливу засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника. FPV-дрони мають певні ключові характеристики, що відрізняють їх від інших типів БПЛА та надають їм переваги на полі бою [1]:

- радіус дії- це дальність керування FPV-дронами може варіюватися від кількох сотень метрів до кількох кілометрів, залежно від потужності передавача, умов місцевості та наявності перешкод. У бойових умовах радіус дії особливо важливий для безпечного ведення операцій на передовій чи в тилу ворога;

- швидкість та маневреність FPV-дронів відзначаються високою швидкістю та маневреністю, що дозволяє їм ефективно ухилятися від ворожих засобів ППО або вражати рухомі цілі. Більшість FPV-дронів розвивають швидкість до 80-120 км/год, що дає їм змогу швидко долати відстані;

- час польоту – це тривалість польоту FPV-дронів зазвичай обмежена ємністю акумуляторів і складає від 5 до 20 хвилин. Хоча це порівняно невеликий показник у порівнянні з іншими БПЛА, він є достатнім для виконання коротких ударних або розвідувальних місій;

- корисне навантаження – це здатність нести різноманітне обладнання, залежно від завдань. Для розвідки вони оснащуються високоякісними камерами з нічним баченням, тепловізорами або інфрачервоними сенсорами. Для ударних місій дрони можуть бути оснащені вибуховими зарядами невеликої потужності (гранати, вибухові речовини).

- система передачі відео – це здатність використовувати спеціалізовані системи для передачі відео в реальному часі. Найчастіше застосовуються аналогові або цифрові відеопередавачі, які передають зображення на окуляри або монітори оператора. Це забезпечує можливість точного маневрування в умовах обмеженої видимості;

- автономність, так деякі FPV-дрони можуть бути оснащені системами автономного польоту або автопілотом, що дозволяє виконувати заздалегідь сплановані завдання без постійного контролю оператором.

На сьогоднішній день FPV-дрони стали одним із ключових інструментів сучасних бойових операцій. Їх використання дозволяє суттєво підвищити ефективність розвідувальних та ударних операцій, а також мінімізувати ризики для особового складу. Так для розвідки та спостереження FPV-дрони використовуються для оперативної розвідки та спостереження за ворожими позиціями. Завдяки своїй невеликій вазі та розмірам, вони можуть непомітно проникати на ворожу територію, передаючи відео та інші дані в реальному часі. Це дозволяє командирам приймати швидкі та обґрунтовані рішення щодо розташування та переміщення військ. При виконанні завдань «ударні місії» FPV-дрони часто використовуються для точкових ударів по ворожих цілях. Вони можуть оснащуватися вибуховими пристроями або мініатюрними бомбами, що робить їх ефективними засобами знищення живої сили та техніки ворога.

Унікальність FPV-дронів полягає в їхній здатності до високоточного наведення на ціль навіть у складних умовах. При використанні в урбанізованих умовах FPV-дрони є особливо ефективними у веденні бойових дій у міських умовах, де важко використовувати традиційну авіацію або артилерію. Завдяки компактності та маневреності, такі дрони можуть проникати в будівлі, завдавати точкових ударів по ворожих позиціях або вести спостереження за підозрілими об'єктами. Важливим елементом використання FPV-дронів в бойових діях є сильний психологічний вплив на противника. Постійна загроза появи безпілотників, що можуть завдати удару, створює додатковий тиск і деморалізує ворожі війська [1].

З метою підвищення ймовірності ураження техніки противника в умовах роботи систем радіоелектронної боротьби, перспективним є застосування ударних FPV-дронів із системою самонаведення. Однією з ключових умов успішного впровадження такої технології є розробка алгоритмів для сегментації зображень, отриманих з дрону, у реальному часі. Для цього можна використовувати сучасні методи комп'ютерного зору, включаючи елементи штучного інтелекту.

Висновки

FPV-дрони стали важливим інструментом сучасних збройних сил. Вони мають значні тактико-технічні переваги, включаючи мобільність, швидкість і точність, що дозволяє їх ефективно використовувати для розвідки, атак і логістики. Проте вони мають і певні обмеження, такі як короткий час польоту та вразливість до засобів ППО. Незважаючи на це, роль FPV-дронів у сучасних бойових діях постійно зростає, і їхня технологічна еволюція продовжуватиме робити їх усе більш ефективними і доступними для армій по всьому світу.

Список використаних джерел:

1. Khudov N. Аналіз тактико-технічних характеристик та тактики застосування існуючих ударних fpv-дронів / N. Khudov, I. Khizhnyak, I. Hridasov, U. Zbezhkhovska, I. Yuzova, Y. Solomonenko, T. Kalimulin // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2024. – Т. 3 (77). – С. 70-79. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.3.070>.
2. Мосов С.П., Хижняк В.В., Литовченко А.О., та інші. Класифікація, функції та завдання безпілотної авіації у сфері цивільного захисту України. /Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 2(12) 2021/
<https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2.54-68>.
3. Коршець О., Горбенко В. Уроки застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні. Повітряна міць України. 2023. No 1(4). С. 9-17.
<https://doi.org/10.33099/2786-7714-2023-1-4-9-17>

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Kolesnik Andrii V. – PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

А. В. Колесник

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ З ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: сучасні напрями розвитку радіотехнічних військ Збройних Сил України з урахуванням досвіду бойових дій в умовах сучасних конфліктів. Аналізуються основні виклики та загрози, які постають перед радіотехнічними підрозділами, а також визначаються ключові аспекти їх модернізації та інтеграції новітніх технологій. Особлива увага приділяється впровадженню інноваційних систем радіоелектронної боротьби, вдосконаленню тактики ведення радіотехнічної розвідки та обміну інформацією.

Ключові слова: розвиток РТВ, радіотехнічні війська, озброєння та військова техніка.

Abstracts: Modern directions of development of the radio engineering troops of the Armed Forces of Ukraine, taking into account the experience of combat operations in modern conflicts. The main challenges and threats faced by radio engineering units are analysed, as well as the key aspects of their modernisation and integration of the latest technologies are identified. Particular attention is paid to the introduction of innovative electronic warfare systems, improvement of tactics of electronic intelligence and information exchange.

Keywords: development of RTW, radio technical troops, weapons and military equipment.

Вступ

Радіотехнічні війська (РТВ) є одним із ключових елементів системи протиповітряної оборони (ППО) та загального військового забезпечення Збройних Сил України (ЗСУ). Їх завдання включають виявлення повітряних цілей, наведення бойових засобів на ці цілі та забезпечення оперативної інформації для управління ППО. Повітряне протистояння було, є і залишатиметься ключовим фактором для досягнення цілей операцій та війни загалом [1, 2]. Аналіз досвіду застосування Повітряних Сил Збройних Сил України в рамках триваючої російсько-української війни підкреслює необхідність вдосконалення існуючої структури військових формувань і органів військового управління, використання сучасних зразків озброєння та військової техніки, а також пошуку нових способів їх використання [3], що й визначає актуальність даного питання.

Основна частина

Сучасні конфлікти показують важливість оперативного реагування на загрози в реальному часі, що вимагає високого рівня автоматизації та цифровізації процесів. Розвиток РТВ повинен базуватися на використанні новітніх цифрових систем управління, здатних до інтеграції з іншими елементами ЗСУ, включаючи авіацію, засоби ППО та тактичні підрозділи. Використання штучного інтелекту та алгоритмів обробки великих масивів даних може покращити точність і швидкість виявлення цілей та зменшити людський фактор. Основним напрямком розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Збройних Сил України є придбання нових зразків, які забезпечать збільшену дальність виявлення і ураження повітряних цілей, а також посилення вогневих можливостей засобів протиповітряної оборони. Система управління, всебічне забезпечення та особовий склад повинні бути готові до ефективного використання цих нових можливостей у всіх можливих сценаріях. Наявність висококваліфікованого та мотивованого персоналу, а також оснащення сучасними багатофункціональними бойовими платформами, інтегрованими в єдину розподілену мережу, дозволить швидко розосереджуватися, уникати нищівних ударів та, за потреби, швидко концентрувати зусилля для нанесення потужних ударів у відповідь, завдаючи супротивнику неприпустимих втрат і змушуючи його відмовитися від агресивних планів [1].

На сучасному полі бою ворог здатен швидко ідентифікувати стаціонарні об'єкти для подальшого знищення. Тому одним із пріоритетних напрямків розвитку РТВ є підвищення

мобільності систем. Мобільні радіолокаційні комплекси дозволяють швидко змінювати місце дислокації, що значно ускладнює для противника їх виявлення та знищення. Противник активно використовує радіоелектронні засоби придушення зв'язку та радіолокаційних систем. Це зумовлює необхідність модернізації РТВ з метою підвищення їх стійкості до перешкод. Одним із шляхів є інтеграція засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), що дозволить блокувати дії ворожих засобів радіоелектронного придушення та підвищить ефективність РТВ. Розширення системи радіолокаційної розвідки на середніх і малих висотах у критичних напрямках, разом із впровадженням автоматизованих засобів, дозволить підвищити ефективність роботи радіотехнічних військ.

Один з основних напрямків розвитку РТВ – це підвищення точності та дальності виявлення цілей. Для цього необхідно розробляти та впроваджувати нові радіолокаційні станції, здатні працювати в складних умовах, зокрема за наявності радіоелектронних перешкод та дезінформаційних атак з боку противника. Збільшення дальності дозволить вчасно реагувати на загрози та ефективно планувати дії ППО.

БПЛА вже зарекомендували себе як ефективний інструмент для розвідки та спостереження. Для РТВ це відкриває можливості використання безпілотних платформ для розширення зони покриття та виявлення цілей. БПЛА можуть бути оснащені сучасними радіолокаційними системами для підтримки наземних підрозділів РТВ [2].

Важливим напрямком є інтеграція стандартів НАТО та використання досвіду інших країн для підвищення ефективності РТВ. Співпраця з партнерами дозволить отримати доступ до новітніх технологій, а також сприятиме удосконаленню системи підготовки особового складу РТВ.

Сучасні системи вимагають висококваліфікованих спеціалістів, які можуть працювати в умовах швидкого технологічного розвитку та активних бойових дій. Тому розвиток РТВ повинен супроводжуватись вдосконаленням навчальних програм для підготовки фахівців, які будуть готові до роботи з новітніми комплексами і системами. Особливу увагу слід приділяти навчанню в умовах наближених до бойових [4].

З огляду на зростаючі можливості кібернетичних атак з боку противника, важливим напрямком розвитку є підвищення захищеності радіолокаційних систем та мереж управління. Інвестиції в кібербезпеку та розробка заходів щодо захисту від кібератак повинні стати пріоритетом для РТВ [5].

Висновки

Розвиток радіотехнічних військ Збройних Сил України є критичним елементом зміцнення обороноздатності країни, особливо з огляду на сучасні виклики і загрози. Інтеграція новітніх технологій, підвищення мобільності, захищеності та підготовка кваліфікованих кадрів дозволить підвищити ефективність РТВ у сучасних умовах ведення бойових дій.

Список використаних джерел:

1. Олещук, М., Коршець, О., Горбенко, В. (2022). Погляди щодо напрямків розвитку повітряних сил збройних сил України з урахуванням досвіду російсько-української війни. *Повітряна міць України*, 1(1(2)), 6–13. [https://doi.org/10.33099/2786-7714-2022-1-1\(2\)-6-13](https://doi.org/10.33099/2786-7714-2022-1-1(2)-6-13).
2. Гризо А. А., Костиря О. О., Лісогорський Б. А., Ткаченко В. І. Аналіз характеристик та оцінка ефективності застосування потенційних засобів вогневого ураження елементів системи протиповітряної оборони у російсько-українській війні. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2023. № 1 (50). С. 70-81. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.50.08>.
3. Об'єднана оперативна концепція сил оборони 2030 від 21 листопада 2021 року / Генеральний штаб збройних сил України –[Київ]: 2021. –26.
4. Ковкін В. В., Гризо А. А. Оцінка дії вражаючих факторів протирадіолокаційних ракет на РЛС. *Системи озброєння і військова техніка*. 2009. № 1(17). С. 102–105.
5. Вплив штучного інтелекту на стратегії захисту інформаційних систем від нових типів кіберзагроз. (2024). *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 337(3(2)), 366-372. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-55>

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Kolesnik Andrii V. - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

А. В. Колесник

ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНА БУСИФІКАЦІЯ, ЯК СИСТЕМНИЙ ЧИННИК ВПЛИВУ ПОТЕНЦІЙНОГО ПРОТИВНИКА

Анотація: Розглядаються інформаційно-психологічні операції (ІПСО) та явище інформаційної бусифікації як ефективні інструменти впливу потенційного противника у сучасному світі. Основна увага приділяється системним підходам до організації та реалізації таких операцій, а також їхньому впливу на суспільну думку, соціальні процеси та поведінкові реакції населення. Визначаються основні механізми маніпуляції інформацією, що дозволяють спотворювати реальність і формувати в суспільстві хибні уявлення про політичні та соціальні процеси. Окремо висвітлюються методи захисту від інформаційно-психологічного впливу та шляхи мінімізації негативних наслідків інформаційної бусифікації для національної безпеки.

Ключові слова: ІПСО, інформаційна бусифікація, маніпуляція інформацією.

Abstracts: The article considers information and psychological operations (IPO) and the phenomenon of information busification as effective tools of influence of a potential adversary in the modern world. The main attention is paid to systematic approaches to the organisation and implementation of such operations, as well as their impact on public opinion, social processes and behavioural reactions of the population. The author identifies the main mechanisms of information manipulation that allow distorting reality and forming false ideas about political and social processes in society. The methods of protection against information and psychological influence and ways to minimise the negative consequences of information busification for national security are highlighted.

Keywords: IPSO, information busification, information manipulation.

Вступ

У сучасних умовах глобалізації та інформаційної революції роль інформаційної безпеки значно зростає. Інформаційно-психологічні операції (ІПСО) стали ключовим елементом у впливі на суспільство та державні інститути. Їх основна мета — зміна ставлення суспільства до тих чи інших питань, що може призвести до дестабілізації внутрішньої та зовнішньої політики країни. ІПСО стали одним із ключових інструментів у сучасних гібридних війнах. У випадку російської федерації операції стали не тільки елементом зовнішньої політики, а й внутрішнього управління. Інформаційна бусифікація – це систематичний процес трансформації суспільного простору та свідомості громадян з метою досягнення бажаних для держави політичних і стратегічних цілей. Російська федерація активно використовує цей підхід у контексті ІПСО. [1, 2].

Основна частина

ІПСО є комплексом заходів, спрямованих на вплив на психіку та свідомість людей, формування в них певних поглядів, установок і поведінки. Основною метою таких операцій є маніпуляція громадською думкою, зміна соціальної поведінки та зменшення здатності противника до спротиву, або ж посилення власної влади над населенням.

У контексті ІПСО російської федерації важливу роль відіграють пропаганда, дезінформація, маніпуляція медіапростором і соціальними мережами, а також створення штучних конфліктів та напружень. ІПСО використовується як проти зовнішніх ворогів, так і для контролю власного населення. У контексті інформаційної війни бусифікація стосується того, як держава використовує інформаційні технології та ІПСО для маніпулювання населенням. Інформаційна бусифікація росії полягає в масовому насадженні ідей та поглядів, що відповідають інтересам владної верхівки, через контроль медіа, блокування альтернативних точок зору та створення атмосфери постійного страху й невизначеності. Суть цієї стратегії – забезпечити, щоб громадяни отримували лише ту інформацію, яка відповідає інтересам уряду, і таким чином діяли відповідно до цих інтересів.

Росія активно використовує пропаганду як основний елемент ПІСО. Державні медіа і великі інформаційні агентства, такі як RT, використовуються для поширення меседжів, які відображають офіційну позицію влади. Це можуть бути не тільки прямі політичні заяви, але й культурні проекти, які формують відповідний світогляд у громадян [1].

Розповсюдження неправдивої або маніпулятивної інформації – один із ключових інструментів російської федерації у міжнародних конфліктах. Через фейкові новини та викривлення фактів, Кремль намагається посіяти плутанину та послабити єдність західних країн.

Кіберпростір є важливим середовищем для здійснення ПІСО [2]. Російські хакери використовуються для поширення дезінформації, зламу ресурсів опонентів та втручання в виборчі процеси інших держав. Одним із прикладів є втручання у вибори США в 2016 році, коли через соціальні мережі поширювалися роз'єднувальні наративи. Соціальні медіа, такі як Facebook, Twitter, VK, використовуються для маніпулювання масовою свідомістю через ботоферми та тролі. Через фейкові акаунти та організовані кампанії поширюються вигідні кремлю наративи, що впливають на суспільні настрої як в Росії, так і за її межами. ПІСО в російській федерації використовується не лише для впливу на зовнішніх опонентів, але і для внутрішнього контролю. Вплив ПІСО на населення росії включає формування культури страху, недовіри до незалежних джерел інформації та підсилення культури державної влади. Систематичне використання таких операцій дозволяє уряду зберігати контроль над суспільством і запобігати потенційним революційним настроям.

Бусифікація призводить до втрати критичного мислення серед населення, посилення ізоляціонізму та ксенофобії, а також до зниження рівня демократії в суспільстві. В умовах постійного впливу дезінформації та пропаганди громадяни втрачають можливість отримувати об'єктивну інформацію, що призводить до помилкових рішень як у приватному, так і в політичному житті.

Інформаційна бусифікація — це процес, при якому ключові елементи інформаційного простору спотворюються, перекручуються або висвітлюються у вигідному для противника світлі. Бусифікація є формою дезінформації, яка націлена на послідовне руйнування довіри до офіційних джерел інформації та створення інформаційного хаосу. Цей процес має на меті зміну соціально-політичного ландшафту країни через контроль над інформаційними потоками [3, 4]. До основних механізмів бусифікації можна віднести:

- спотворення фактів це — часткове або повне перекручування інформації для формування неправдивих уявлень про події;
- маніпуляція емоціями це — акцентування уваги на драматичних та емоційно заряджених повідомленнях, щоб відвернути увагу від важливих фактів;
- створення альтернативної реальності — формування паралельної інформаційної реальності, в якій офіційна інформація виглядає як неправдива або недостовірна;
- інформаційний шум — наповнення інформаційного простору великим обсягом нерелевантних повідомлень, що ускладнює доступ до об'єктивної інформації.

ПІСО та бусифікація діють системно, оскільки вони впроваджуються на багатьох рівнях одночасно: від індивідуального до національного. Противник часто використовує ці методи у рамках гібридних воєн, де інформаційні атаки є лише частиною комплексного наступу на всі сектори держави: військовий, економічний, соціальний, культурний.

Висновки

Інформаційно-психологічні операції та інформаційна бусифікація є невід'ємними компонентами сучасної стратегії гібридної війни. Їх головна мета — вплив на свідомість суспільства з метою підриву його стабільності та ослаблення національної безпеки. Ефективний захист від таких загроз вимагає розробки комплексної системи інформаційної безпеки, що включає підвищення медіаграмотності, розвиток стійкості до інформаційних атак та забезпечення прозорості у процесі надання інформації з боку держави.

Список використаних джерел:

1. Твердохліб Ю. Інформаційно-психологічні операції Російської Федерації проти України – основні етапи та цілі/Ю. Твердохліб// Вісник Львівського університету. Серія: Міжнародні відносини.- 2019. – Вип.46 – с. 206 - 213. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_Mv_2019_46_20
2. Інформаційно-психологічні операції на геополітичній арені [Текст]: навч. посіб./ Сергій Валентинович Федонюк. – Луцьк : Вежа-Друк, 2024.- 106с. ISBN 978-966-940-578-4.
3. Доктрина зі стратегічних комунікацій. Вересень 2020. URL: <https://cutt.ly/HbJhqXT>.
4. Доктрина стратегічних комунікацій Національної гвардії України. URL: <https://cutt.ly/aOGWQSR>.

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Kolesnik Andrii V. - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ

Анотація: у статті досліджуються методи вдосконалення психологічної підтримки військовослужбовців Збройних Сил України (ЗСУ). Розглянуто основні проблеми, з якими стикаються військові під час та після виконання бойових завдань, такі як посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), соціальна дезадаптація та емоційне виснаження. Запропоновані напрямки покращення психологічної підтримки, зокрема: розширення мережі кваліфікованих фахівців, впровадження психоедукації, розвиток психотерапевтичних програм, використання цифрових технологій та реабілітація сімей військових. Особливу увагу приділено важливості соціальної адаптації та реінтеграції військовослужбовців після завершення служби.

Ключові слова: психологічна підтримка, військовослужбовці ЗСУ, посттравматичний стресовий розлад, психоедукація, групова терапія, реабілітація, соціальна адаптація, військова психологія

Annotation: The article examines the methods of improving the psychological support of servicemen of the Armed Forces of Ukraine (AFU). Major issues faced by military personnel during and after combat missions, such as post-traumatic stress disorder (PTSD), social maladjustment, and emotional exhaustion, are examined. Proposed directions for improving psychological support, in particular: expansion of the network of qualified specialists, introduction of psychoeducation, development of psychotherapeutic programs, use of digital technologies, and rehabilitation of military families. Special attention is paid to the importance of social adaptation and reintegration of servicemen after the end of service.

Key words: Psychological support, servicemen of the Armed Forces, post-traumatic stress disorder, psychoeducation, group therapy, rehabilitation, social adaptation, military psychology

Вступ

Психологічна підтримка військовослужбовців є однією з основних складових забезпечення боєздатності армії. В умовах військових конфліктів, особливо зважаючи на досвід українських військових з 2014 року, питання психологічної реабілітації стає життєво важливим. Тривале перебування у бойових умовах, зростання психологічного тиску та емоційні навантаження можуть призводити до виникнення посттравматичного стресового розладу (ПТСР), депресії, тривожних розладів та інших негативних наслідків для ментального здоров'я. Відтак, вдосконалення методів психологічної підтримки військовослужбовців Збройних Сил України (ЗСУ) є необхідністю, що допомагає зміцнити не лише фізичне, але й психічне здоров'я військових, забезпечуючи їхню стійкість до стресу.

На сьогодні в Україні вже існують певні програми та методи надання психологічної допомоги військовим. Психологи та психотерапевти працюють з військовими як під час перебування на фронті, так і після повернення з бойових дій. Проте, попри значні досягнення, система підтримки має ряд недоліків, які потребують вдосконалення: нестача кваліфікованих фахівців (кількість військових психологів обмежена, а їх підготовка в умовах тривалого конфлікту має бути розширеною); недостатнє усвідомлення важливості психічного здоров'я (у військовому середовищі досі існує упереджене ставлення до проблем психічного здоров'я, що перешкоджає ефективному наданню допомоги); проблеми з соціальною адаптацією після бойових дій (військові, повертаючись до цивільного життя, стикаються з труднощами адаптації, що впливає на їхню сім'ю, роботу та повсякденне життя);

Ми пропонуємо такі методи вдосконалення психологічної підтримки як розширення мережі кваліфікованих психологів і психотерапевтів, впровадження психоедукації для військових і командирів, індивідуальні та групові психотерапевтичні програми, інтеграція цифрових інструментів та технологій, психологічна підтримка родин військових, а також розширення реабілітаційних центрів та програм соціальної адаптації. Пропонуємо розглянути кожен із них.

Один із ключових методів вдосконалення психологічної підтримки військових — це підготовка більшої кількості фахівців, які спеціалізуються на військовій психології. Це можна досягнути через:

1. Створення спеціалізованих навчальних програм для психологів, зосереджених на роботі з військовослужбовцями та їхніми родинами.

2. Організацію курсів підвищення кваліфікації для існуючих психологів, де вони зможуть вивчати новітні методи терапії, що спрямовані на роботу з ПТСР та іншими бойовими психічними розладами.

3. Підготовку польових психологів для роботи безпосередньо у зонах бойових дій. Такі спеціалісти мають володіти не лише теоретичними знаннями, але й бути готовими до роботи в екстремальних умовах.

Важливим аспектом є формування у військовослужбовців та їхніх командирів розуміння важливості психологічного здоров'я. Психоедукація передбачає навчання військових основам психологічної саморегуляції, методам управління стресом та навичкам комунікації. Це можна реалізувати через тренінги з психологічної стійкості, які допомагають військовим оволодіти техніками саморегуляції та управління емоціями під час стресу та освітні програми для командирів, які дозволяють їм розпізнавати ознаки психологічних розладів у підлеглих та надавати першу допомогу або скеровувати до професіоналів.

Ефективною формою роботи з військовими є поєднання індивідуальної та групової терапії. Індивідуальні консультації дозволяють детально опрацювати конкретні проблеми кожного військовослужбовця, тоді як групова терапія сприяє взаємопідтримці та створенню безпечного середовища для обговорення спільних труднощів. Методи вдосконалення включають:

1. Розробку спеціалізованих програм психотерапії для військових з ПТСР, які можуть включати когнітивно-поведінкову терапію (КПТ), EMDR (десенсибілізацію і переробку за допомогою руху очей) та інші новітні підходи.

2. Групові заняття з арт-терапії, тілесно-орієнтованої терапії та музичної терапії, які можуть допомогти військовим виражати свої емоції через творчість та фізичні практики.

Впровадження цифрових платформ для надання психологічної допомоги може суттєво підвищити доступність та ефективність підтримки:

1. Онлайн-консультації дозволяють військовим, особливо тим, хто перебуває в зоні бойових дій або у віддалених регіонах, отримати кваліфіковану допомогу дистанційно.

2. Мобільні додатки для самопомоги, які містять вправи для управління стресом, техніки медитації, дихальні практики тощо.

3. Чати з військовими психологами для оперативної консультації у разі стресових ситуацій.

Психологічна підтримка має охоплювати не лише військовослужбовців, але й їхні сім'ї, які також зазнають психологічних труднощів під час війни. Для цього необхідно запровадити програми сімейної терапії, які допоможуть родинам військових справлятися з емоційними труднощами, а також сприятимуть кращій адаптації військовослужбовців після повернення додому та організувати спеціалізовані групи підтримки для дружин, чоловіків та дітей військових, де вони зможуть отримати необхідну психологічну допомогу та обговорити свої переживання.

Для ефективної реабілітації військових після бойових дій необхідно створювати більше спеціалізованих центрів, які пропонують не лише медичну допомогу, але й програми соціальної адаптації:

1. Центри психологічної реабілітації мають пропонувати комплексні програми, які включають терапію, заняття спортом, тренінги з управління стресом та майстер-класи з соціальної адаптації.

2. Професійна орієнтація та навчання новим професіям допоможуть військовим адаптуватися до цивільного життя та знайти себе у нових сферах діяльності.

Висновки

Вдосконалення психологічної підтримки військовослужбовців ЗСУ є критично важливим завданням для підвищення їхньої боєздатності та захисту психічного здоров'я. Успішна реалізація цих методів дозволить не лише зменшити рівень стресу та бойових психічних розладів серед військових, але й сприятиме їхній ефективній реінтеграції у цивільне життя після завершення служби. Інвестиції в психологічне здоров'я армії — це інвестиції у майбутнє України.

Список використаних джерел:

1. The Ministry of Defence of Ukraine - Ministry of defence of Ukraine. The Ministry of Defence of Ukraine - Ministry of defence of Ukraine. URL: <https://mod.gov.ua/> (дата звернення: 29.10.2024).
2. Національний центр психологічної допомоги військовим та їхнім сім'ям. URL: <https://ncru.org.ua> (дата звернення: 29.10.2024).
3. Результати пошуку “Військова психологія” – АрміяInform. АрміяInform – Інформаційне агентство АрміяInform. URL: <https://armyinform.com.ua/search/Військова+психологія> (дата звернення: 29.10.2024).
4. Психологічна реабілітація ветеранів АТО/ООС. Veteran Hub. URL: <https://veteranhub.com.ua> (дата звернення: 29.10.2024).
5. Посттравматичний стресовий розлад у військових: шляхи подолання – стаття на Громадському про лікування ПТСР у військових. URL: <https://hromadske.ua/search?q=військві> (дата звернення: 29.10.2024).

Василинич Анастасія Володимирівна – студентка групи Б-21б, Факультет будівництва цивільної та еколо-гічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com

Василинич Марія Володимирівна – студентка групи ПЗТ-24б, Факультет інформаційний електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com.

Vasylynich Anastasiia V. – student of group B-21b, Department of Building, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com

Vasylynich Mariia V. – student of group PZT-24b, Department of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mariykavasilinich@gmail.com

С. Ф. Фелді, О. С. Кувшинова, І. С. Шульга

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБОВУВАНЬ ЕКІПРУВАННЯ
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ НА ВОЛОГОЗАХИСТ**

Анотація: в даній тезі досліджено особливості проведення випробувань комплексів бойового екіпірування на вологозахист, з метою підвищення якості екіпірування для військовослужбовців.

Ключові слова: випробування, комплекси бойового екіпірування, військовослужбовці.

Annotation: This thesis examines the peculiarities of conducting tests of combat equipment complexes for waterprotection, with the aim of improving the quality of equipment for military personnel.

Key words: tests, complexes of combat equipment, military personnel.

Випробування на вологозахист (реальні умови впливу вологи, випробування на витривалість у воді) мають проводитися в умовах сильного дощу, туману або під час занурення у воду (наприклад, під час форсування водних перешкод). Випробування можуть також містити імітацію тривалого перебування в умовах високої вологості, що важливо для тропічних кліматичних зон. Деякі бойові завдання можуть вимагати тривалого перебування у воді або проходження через болото, тому важливо перевірити, чи зберігає екіпірування свої властивості після тривалого впливу води. Випробування на вологозахист бойового екіпірування є важливими для перевірки здатності матеріалів протистояти впливу вологи, зберігаючи при цьому свої захисні та функціональні властивості. У реальних бойових умовах військовослужбовці можуть піддаватися впливу дощу, туману, водних перешкод або бути зануреними у воду. Тому випробування в умовах, наближених до бойових, дозволяють оцінити, наскільки ефективно екіпірування забезпечує вологозахист. Екіпірування піддається впливу штучного дощу в камері для дощування, де створюються умови сильного дощу або зливи. Випробування проводяться з різною інтенсивністю дощу, що імітує реальні бойові умови (від легкого до сильного дощу). Важливо також випробувати в умовах тривалого впливу дощу, наприклад, протягом декількох годин. Це надає можливість перевірити, чи здатне екіпірування забезпечити захист від проникнення води всередину, особливо у важливі частини, такі як кишень для електронних пристроїв або зброї. Оцінюється також стійкість матеріалів до збереження своїх захисних властивостей після тривалого впливу вологи.

Випробування у вологому середовищі проводяться в умовах підвищеної вологості (до 100% відносної вологості) для імітації умов тропічного клімату, джунглів або місцевостей з високим рівнем вологості, де екіпірування може піддаватися впливу туману, конденсату або постійної вологості. Важливо перевірити, чи не втрачають матеріали екіпірування свої захисні властивості при тривалому перебуванні в умовах високої вологості, чи не вбирають вони вологу, що може знизити рівень захисту або комфорт. Екіпірування занурюється у воду на певну глибину, що імітує ситуації, коли військовослужбовець може форсувати річки, озера або перебувати у воді. Випробування проводяться з різними глибинами занурення (від 1 м до 2 м) та з різною тривалістю перебування у воді (наприклад, від 30 хвилин до кількох годин), що надасть змогу оцінити, наскільки ефективно екіпірування запобігає проникненню води під час занурення. Важливо перевірити, чи залишаються внутрішні частини екіпірування сухими, особливо в критичних місцях.

При перевірці на стійкість до виведення з ладу в умовах водних перешкод екіпірування піддається тривалому впливу водних потоків або броду через річки, що імітує реальні бойові дії. Перевіряється здатність матеріалів не намокати в русі через воду або в контакт з заболоченою місцевістю оскільки важливо перевірити, чи залишається екіпірування придатним до використання після прямого контакту з водою та чи не стає воно важчим або менш комфортним після намокання. Для оцінки стійкості до корозії та впливу солоної води, екіпірування піддається зануренню в резервуар із морською водою. Це дозволяє імітувати бойові умови в морських регіонах або в ході проведення морських операцій, де екіпірування може контактувати з солоною водою. При цьому оцінюється, наскільки матеріали екіпірування стійкі до корозії та пошкоджень, викликаних солоною водою. Перевіряється, чи не відбувається корозії металевих частин (замків, кнопок) та чи залишаються інші матеріали (наприклад, тканини) неушкодженими. У бойових умовах військовослужбовці можуть постійно перебувати в русі під дощем або форсування водних перешкод. Екіпірування тестується в русі військовослужбовців або манекенів, що імітують бойові

дії. Це допомагає перевірити, чи не проникає вода в екіпірування під час активного руху. Важливо оцінити, чи не накопичується вода всередині екіпірування в русі та чи залишається комфортним використання екіпірування в таких умовах.

Випробування на стійкість до зносу у вологих умовах можуть сприяти швидкому зносу матеріалів, тому екіпірування піддається впливу тертя, стискання та інших механічних навантажень при перебуванні у воді. Ці тести імітують ситуації, коли екіпірування зношується швидше через вологість. Перевіряється, наскільки екіпірування стійке до зносу у вологих умовах, і чи не знижуються його захисні властивості після тривалого впливу води. При оцінці вологонепроникності після кожного випробування перевіряється кількість води, що проникла всередину екіпірування. Для цього використовуються спеціальні вимірювальні прилади або прості методи вимірювання вологи у тканинах та інших матеріалах. Важливо оцінити, наскільки добре екіпірування захищає від вологи, і чи не накопичується вода в матеріалах, що може впливати на комфорт та функціональність.

Після випробувань перевіряються фізико-механічні властивості матеріалів, такі як міцність, гнучкість, вага екіпірування. Особливу увагу приділяють тому, чи не стають матеріали більш важкими та менш ефективними після впливу вологи. Оцінюється, чи зберігає екіпірування свої захисні властивості та функціональність після впливу води і чи не змінюється структура матеріалів.

Проведення випробувань на вологозахист в умовах, наближених до бойових, є ключовим для забезпечення надійного захисту військовослужбовців від вологи в ході ведення бойових дій. Випробування дозволяють перевірити ефективність захисту екіпірування в умовах дощу, занурення у воду, впливу солоної води та інших середовищ, а також оцінити його здатність зберігати захисні властивості та комфорт під час використання у реальних (бойових) умовах.

Фелді Сергій Федорович – науковий співробітник науково-організаційного відділення, e-mail: feldi75@ukr.net Навчально науково-випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси ORCID <https://orcid.org/0009-0009-7555-4255> Навчально науково-випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Кувшинова Оксана Станіславівна – молодший науковий співробітник науково-організаційного відділення, e-mail: kgos1201@ukr.net Навчально науково-випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси ORCID <https://orcid.org/0009-0002-3237-9660> Навчально науково-випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Шульга Іван Сергійович – студент радіотехнічного факультету, e-mail: ravlikgenrih@gmail.com Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, м. Київ ORCID <https://orcid.org/0009-0007-2555-4930> Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056

Feldi Serhii - Researcher of the Scientific and Organizational Group, e-mail: feldi75@ukr.net Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy, ORCID <https://orcid.org/0009-0009-7555-4255> Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy

Kuvshynova Oksana - Junior Researcher of the Scientific and Organizational Group, e-mail: feldi75@ukr.net Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and

Military Equipment, Cherkasy, ORCID <https://orcid.org/0009-0002-3237-9660> Training and Research Testing Ground of High-Tech Armament and Military Equipment, Cherkasy

***Shulha Ivan** – student of the radio engineering faculty of the Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorskyi, ravlikgenrih@gmail.com <https://orcid.org/0009-0007-2555-4930> 37 Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorskyi, Beresteyskyi Avenue, 37, Kyiv, 03056*

О. А. Бусилко, М. А. Борець

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АТОМАРНИХ ОЛИВ З РЕВІЛІЗАНТАМИ В ЗАСОБАХ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

***Анотація:** під час тривалої експлуатації зразків автомобільної техніки виникає проблема в її швидкісному відновленні, як вирішення проблеми виступає можливість застосування безрозбірного відновлення завдяки технології епіламування.*

***Ключові слова:** двигун внутрішнього згорання, міжремонтний ресурс, епіламування, антиадгезійне покриття, поверхнево активні речовини.*

***Annotation:** During the long-term operation of automotive equipment samples, a problem arises in its high-speed restoration, and the possibility of applying a one-piece restoration using epilamination technology is a solution to this problem.*

***Keywords:** internal combustion engine, overhaul life, epilamination, anti-adhesion coating, surface active substances.*

У сучасних реаліях війни повітряні судна (ПС) обслуговують застарілі та майже не придатні до швидкого ремонту засоби аеродромно-технічного забезпечення.

Масова експлуатація автомобільної техніки вимушує зважати на витрату експлуатаційних матеріалів і трудовитрати на технічне обслуговування і ремонт, що являє собою комплекс заходів щодо підтримання їх справності (працездатності) для використання за призначенням з метою забезпечення постійної бойової готовності, попередження підвищеного зношування і виникнення несправностей і відмов.

Умови застосування автомобільної техніки висувають підвищені вимоги до значення надійності військової техніки, що пов'язано з покладеними на них завданнями по виконанню бойових або транспортних завдань. Тому бойова готовність машин в значній мірі визначається експлуатаційною надійністю і живучістю двигуна і його систем, а також часом, необхідним для приведення їх в робочий стан. Сучасна автомобільна техніка складається з безлічі конструктивних елементів у вигляді деталей та складальних одиниць, що взаємодіють між собою і навколишнім середовищем. Використання машин пов'язані з витрачанням трудових і матеріальних ресурсів і здійснюється за участі людини. Слід зазначити, що силова установка, по суті, грає визначальну роль в загальній надійності автомобільної техніки. Останнє обумовлена перш за все її відповідальними функціями, оскільки відмова двигуна або його систем повністю позбавляє машину основної властивості - рухливості, що буде дуже небезпечним в зоні проведення бойових дій (БД) під час виконання бойових завдань, тоді як вихід з ладу інших агрегатів може не мати таких наслідків.

Традиційні технології ремонту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на технічних сервісах не відповідають сучасним потребам, що висовуються до ресурсу довговічності. Як вихід – застосування високоефективних технологій. Однією з них є технологія безрозбірного ремонту автомобілів. Ця технологія полягає в тому, що при додаванні спеціальних добавок в масло або паливо, у вузлах тертя механізму замість зносу починається зворотній процес. Відбувається відновлення зношеної деталі з появою слоїв з високою зносостійкістю та малим коефіцієнтом тертя.

Використання технології епіламування під час тривалої експлуатації засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП) може стати одним із основних шляхів у відновленні експлуатаційних показників міцності поверхневого шару силових елементів вузлів та агрегатів.

Епіламування – обробка твердих поверхонь поверхнево-активними речовинами, що містять фтор, відноситься до фізико-хімічних методів підвищення зносостійкості й має ряд переваг у порівнянні з іншими технологіями. Епілами (ЕП) представляють собою багатокомпонентні системи, що включають фторорганічні та вуглецевоутримуючі поверхнево-активні речовини (ПАР) в різних розчинниках і функціональні добавки.

Нанесення ПАР здійснюється різними способами: зануренням, розпиленням в камерах, щітками, вручну або в автоматизованих установках.

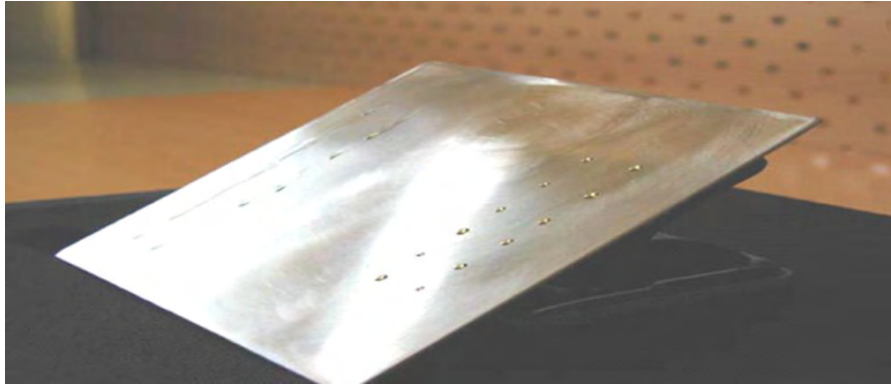


Рисунок 1 – Нанесення епіламів на тверду поверхню

При нанесенні ЕП на поверхню твердого тіла утворюється тонкий шар спеціальним чином орієнтованих молекул, що дозволяє модифікувати поверхню матеріалів з метою надання їй антифрикційних, антиадгезійних, антикорозійних і деяких інших специфічних властивостей:

- різко зменшується поверхнева енергія матеріалу, що веде до істотного зниження коефіцієнта тертя і як наслідок цього – до підвищення зносостійкості сполучених деталей;
- запобігає розтіканню мастил по поверхні, виключається закритичний зсув мастильних речовин ("сухе" тертя). Час експозиції після нанесення масла 4 години. Результати свідчать, що на епіламованій поверхні краплі масла втримуються, а на не епіламованій – стікають;
- внаслідок своєї високої проникаючої здатності ПАР заповнює всі пори й мікротріщини, дегазує їх і виключає, таким чином, крихкість матеріалу (воднева крихкість);
- мікропори й мікротріщини втрачають можливість концентрувати напруги й перестають бути потенційними центрами руйнування;
- поверхня захищається від впливу вологи й агресивних речовин.

Проведений аналіз результатів застосування ЕП у широких областях їх застосування показав, що універсальної технології обробки матеріалів немає. Традиційні технології засновані на високій проникаючій здатності поверхнево-активної складової ЕП, що змінює шорсткість поверхневого шару оброблюваних матеріалів. Збільшення утомної міцності матеріалів пояснюється високим вигладжуванням поверхні після епіламування.

Однак ЕП у випадку нанесення на поверхню із дефектами може їх "заліковувати" за рахунок відновлення металевих зв'язків. Ґрунтуючись на цьому ефекті необхідно розробляти технологію підвищення утомної міцності силових елементів після їхньої тривалої експлуатації.

Доступні літературні та інтернет-дані, підтверджують високу ефективність застосування трибопрепаратів, в наступному:

- нарощування захисної антифрикційної зносостійкої плівки до 10 мкм
- зменшення коефіцієнта тертя з 0,12 до 0,04, а в окремих випадках до 0,02;
- значне (в 1,5-2 рази) підвищення ресурсу вузлів тертя майже всіх машин та обладнання;
- зменшення стуків, вібрації, шуму агрегатів автомобіля і устаткування, зменшення інтенсивного їх нагрівання і зниження їх температури на 5-10 °С;
- зменшення (на 3 – 15 %) споживання палива або електроенергії обладнання;
- скорочення часу обкатки агрегатів нових і відремонтованих машин;
- забезпечення можливості роботи на менш якісних, дешевих маслах;
- захист вузлів і агрегатів від підвищеного зношування при потраплянні води або забрудненні масла;
- захист від масляного голодування при втраті масла, можливість проїзду оброблених ДВЗ в збідненому режимі до 200 км;
- забезпечення легкого пуску двигунів в холодну пору року;

Встановлено, що застосування епіламів дозволяє, продовжити термін служби деталей і механізмів, застосовувати більш дешеві матеріали, збільшити міжремонтні інтервали, поліпшити експлуатаційні якості й характеристики вузлів і агрегатів, скоротити експлуатаційні витрати. Проведені на теперішній час дослідження показали, що епіламування дозволяє

суттєво підвищити утомну міцність і зносостійкість сполучених деталей і, як наслідок, поліпшити динаміку роботи машин, силових елементів транспортних засобів.

Список використаних джерел:

1. Багатофункціональні захисні наноплівки фтор-ПАВ епілам / А.С. Вохидов, Л.О. Добровольский // Матеріали 11-й конференції "Плівки й покриття – 2013". 2013.
2. Визначення показників експлуатаційної надійності авіаційної техніки з врахуванням рекомендацій ІСАО опубліковано грудня 3, 2021-О.Л. Бурсала.
3. Метод оцінки в'язкості руйнування матеріалу за розсіюванням характеристик твердості / О.О. Лебедев, Н.Р. Музыка, В.П. Швець // Проблеми міцності № 6: Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України. Г.С. Писаренка НАН України. - К.: 2007.
4. Покриття та обробка поверхні для захисту від корозії та зносу: Сб. статей. Під ред. / К.Н. Страффорда, П.К. Дати, К.Дж. Гуджена: пер. з англ. під ред. В.В. Кудінова. Кудінова. - К.: Металургія, 2001.

Бусилко Олег Анатолійович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, старший викладач кафедри № 205, Харків, Україна; email: obusilko@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0009-0007-9642-9870>

Борець Максим Андрійович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач штатний, Харків, Україна; email: maks-borec27@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0005-4263-2799>

Oleh Anatoliyovych Busylko – Kharkiv National University of the Air Force named after AND. Kozheduba, senior lecturer of department No. 205, Kharkiv, Ukraine; email: obusilko@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0009-0007-9642-9870>

Borets Maksym Andriyovych – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, full-time listener, Kharkiv, Ukraine; email: maks-borec27@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0005-4263-2799>

Д. С. Штепа, О. М. Олійник

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПООПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ РОБІТ НА АВАЦІЙНІЙ ТЕХНІЦІ

Анотація: сьогоденній виступ присвячений важливості удосконалення поопераційного контролю виконання робіт на авіаційній техніці, особливо в контексті військової авіації України. Сучасні виклики, з якими стикається оборонна промисловість, вимагають впровадження новітніх технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ) та аналітики. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності та надійності обслуговування авіаційної техніки, що в свою чергу сприяє зміцненню обороноздатності країни.

Ключові слова: штучний інтелект, підвищення ефективності, авіаційна техніка, поопераційний контроль.

Abstract: today's presentation is dedicated to the importance of enhancing operational control over the execution of work in aviation technology, especially in the context of Ukraine's military aviation. The modern challenges faced by the defense industry require the implementation of cutting-edge technologies, particularly artificial intelligence (AI) and analytics. The relevance of this topic is determined by the necessity to increase the efficiency and reliability of aviation technology maintenance, which, in turn, contributes to strengthening the country's defense capabilities.

Key words: artificial intelligence, operational control, increase the efficiency, aviation technology.

Інтеграція штучного інтелекту та аналітики для прогнозування і діагностики

Використання алгоритмів машинного навчання для аналізу історії обслуговування і прогнозування можливих збоїв у майбутньому, що дозволить провести превентивне обслуговування. Автоматизація аналізу даних з поопераційного контролю для визначення вузьких місць і оптимізації процесів.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) та аналітики у процеси прогнозування і діагностики у військовій авіації може суттєво підвищити ефективність та безпеку технічного обслуговування літальних апаратів. Такий підхід дозволить автоматизувати збір і аналіз даних про стан техніки, що має важливе значення в умовах високих навантажень і вимог до безпеки у військовій сфері.

Конкретні аспекти використання ШІ та аналітики у військовій авіації:

1. **Прогнозування технічного обслуговування** ШІ може аналізувати великі обсяги даних, зібраних із сенсорів і діагностичних систем, щоб прогнозувати ймовірність відмови або зносу певних компонентів. У військовій авіації це допоможе уникнути несподіваних поломок під час бойових операцій або навчань.

2. **Аналіз поведінкових даних для вдосконалення експлуатації** Системи ШІ можуть аналізувати дані польотів, таких як швидкість, висота, навантаження на літак, а також умови експлуатації. Ці дані допомагають визначити, які режими роботи техніки найбільше впливають на знос різних компонентів.

3. **Автоматизація діагностики та швидке виявлення несправностей** Завдяки алгоритмам машинного навчання, ШІ здатний аналізувати й інтерпретувати діагностичні коди і дані сенсорів, щоб швидко ідентифікувати можливі несправності. Це є надзвичайно важливим для військової авіації, де швидкість реакції на технічні проблеми є критичною.

4. **Інтеграція з оборонними аналітичними системами** Системи ШІ можуть бути інтегровані з загальними інформаційними системами оборони, що надає військовому керівництву доступ до актуальної інформації про стан авіаційної техніки.

5. **Системи адаптивного обслуговування у реальному часі** ШІ може збирати й аналізувати поточні дані під час виконання бойових завдань і, у випадку загрози технічної несправності, рекомендувати пілотам оптимальні режими роботи або негайне повернення на базу. Це знижує ризики аварій в умовах бойових дій.

Сьогодні в Україні існує ряд підприємств, які вже мають досвід у розробці і впровадженні технологій контролю обслуговування авіаційної техніки. Наприклад, підприємства, які входять до складу ДП "Антонов", активно реалізують проекти, спрямовані на поліпшення обслуговування літаків. Однак існують певні обмеження, пов'язані із застарілими системами та недостатньою автоматизацією процесів.

Для інтеграції систем на основі штучного інтелекту (ШІ) у військовій авіації дійсно необхідно забезпечити парк авіаційної техніки спеціальним технічним оснащенням. Це обладнання повинне збирати, передавати та аналізувати дані, а також забезпечувати можливість роботи ШІ-систем в режимі реального часу.

Впровадження таких технологій потребує значних інвестицій у спеціальне обладнання, а також модернізації літаків для інтеграції нових систем. Проте, у військовій авіації це може значно підвищити ефективність управління парком авіаційної техніки, знизити витрати на технічне обслуговування і зменшити ризики, пов'язані з експлуатацією літаків у бойових умовах.

На сьогодні деякі елементи технічного оснащення для інтеграції штучного інтелекту в авіацію вже існують і впроваджуються у цивільній та військовій авіаційній галузі провідними країнами. Проте повністю інтегровані та комплексні системи для військової авіації, які охоплюють всі описані компоненти, ще тільки розробляються.

Українські компанії, що мають необхідний потенціал і технологічну базу для впровадження штучного інтелекту в обслуговування військової авіації, включають кілька великих гравців авіаційної та оборонної промисловості. Вони можуть успішно використовувати міжнародний досвід компаній, як-от Rolls-Royce, General Electric, Honeywell, та BAE Systems, які розробляють системи моніторингу та прогнозного обслуговування на основі ШІ. Для цього необхідно створити інфраструктуру збору та обробки даних з літаків та двигунів, залучити алгоритми ШІ для аналізу і створити захищені канали зв'язку для обміну інформацією. Міжнародний досвід компаній, таких як GE Aviation та Rolls-Royce, може бути цінним джерелом знань для українських фахівців, особливо у сфері цифрових двійників, прогнозової аналітики та інтелектуальних двигунів.

Список використаних джерел:

1. Lindsay Bjerregaard, "Rolls-Royce Launches Emerging Tech Project Aimed at Improving Engine Maintenance, Sustainability" URL: <https://aviationweek.com/mro/emerging-technologies/rolls-royce-launches-emerging-tech-project-aimed-improving-engine>
2. Lawrence Carter, "SparkCognition Government Systems to Continue Providing AI-Powered Maintenance Support for F-16s" URL: <https://potomacofficersclub.com/news/sgs-to-continue-providing-ai-powered-maintenance-support-for-f-16s/>
3. Aviation Business News, "Turning data into intelligence: predictive maintenance" URL: <https://www.aviationbusinessnews.com/mro/latest-news-mro/turning-data-into-intelligence-predictive-maintenance/>
4. BaeSystems, "Powering national skills for the next generation" URL: <https://www.baesystems.com/en/feature/powering-national-skills-and-workforce-development>
5. David Henstock, "Making artificial intelligence an operational reality in defence" URL: <https://www.baesystems.com/en/blog/making-artificial-intelligence-an-operational-reality-in-defence>
6. InVenture, "Екосистема штучного інтелекту в Україні" URL: <https://inventure.com.ua/uk/analytics/investments/ekosistema-shtuchnogo-intelektu-v-ukrayini>
7. Сергій Токарев, "Розвиток освіти, простір для тренування ШІ та ліберальне регулювання. Як Україні посісти ключове місце на ШІ-мапі світу" URL: <https://forbes.ua/innovations/rozvitok-osviti-prostir-dlya-trenuvannya-shi-ta-liberalne-regulyuvannya-yak-ukraini-posisti-klyuchove-mistse-na-shi-mapi-svitu-rozpovidae-spivzasnovnik-investgrupi-roosh-sergiy-tokarev-22062024-21903>

Штепа Денис Сергійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; **e-mail:** denusshtepa2002@gmail.com **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-2641-1905>

Олійник Олег Миколайович – Старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, *e-mail:*, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків. *e-mail:* onik74@ukr.net **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>

Shtepa Denys Sergiyovych - a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; e-mail: denusshtepa2002@gmail.com, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-2641-1905>

Oliyuk Oleg Mykolayovych – senior lecturer of department of Aviation Engineering, *e-mail:* oleksander.kruts@gmail.com, Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkiv. *e-mail:* onik74@ukr.net **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>

Р. В. Некрасов

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЛІТНО-ПОСАДКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАКА ТИПУ МІГ-29 З СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ ПРИМЕЖОВИМ ШАРОМ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: у цій роботі розглянуто злітно-посадкові характеристики літака МіГ-29, оснащеного системою керування примежовим шаром (КПШ), з урахуванням досвіду його бойового застосування. Метою дослідження є вивчення впливу КПШ на аеродинамічну стійкість та ефективність літака при посадці, особливо в умовах коротких або невідготовлених злітно-посадкових смуг. Зокрема, аналізу піддано технічні аспекти роботи КПШ, а також її вплив на керованість літака на малих швидкостях. На основі бойового досвіду оцінюється надійність системи КПШ. Результати дослідження спрямовані на визначення режимів експлуатації КПШ та розробку рекомендацій для екіпажу, що дозволить підвищити безпеку й бойову ефективність літака МіГ-29.

Ключові слова: аеродинамічна стійкість, ефективність, літак, дослідження, бойовий досвід.

Abstract: This paper examines the take-off and landing characteristics of the MiG-29 aircraft equipped with a boundary layer control system (BCL), taking into account the experience of its combat use. The purpose of the study is to study the influence of the rudder on the aerodynamic stability and efficiency of the aircraft during landing, especially in the conditions of short or unprepared runways. In particular, the technical aspects of the KPSH operation, as well as its influence on the controllability of the aircraft at low speeds, were analyzed. On the basis of combat experience, the reliability of the KPSH system is evaluated. The results of the study are aimed at determining the modes of operation of the air control system and developing recommendations for the crew, which will improve the safety and combat effectiveness of the MiG-29 aircraft.

Key words: aerodynamic stability, efficiency, aircraft, research, combat experience.

Метою дослідження є визначення особливості та ефективність використання системи керування примежовим шаром (КПШ) для покращення злітно-посадкових характеристик літака МіГ-29, враховуючи умови реального бойового застосування.

Будучи багатоцільовим винищувачем четвертого покоління, продемонстрував свою ефективність у низці бойових конфліктів. Проте для сучасних бойових операцій, що часто проводяться в умовах обмежених або невідготовлених злітно-посадкових смуг, необхідно покращити злітно-посадкові характеристики літака. Використання КПШ дає змогу досягти цих цілей, покращуючи ефективність посадки, знижуючи ризики для екіпажу та зменшуючи дистанції посадки, що є критичним в бойових умовах.

Результати проведеного дослідження створюють міцну науково-технічну основу для розробки вдосконалених методів експлуатації та технічного обслуговування планера літака МіГ-29. Це є важливим кроком у підвищенні його бойової ефективності, надійності та довговічності в умовах експлуатації, що особливо актуально для забезпечення безпечних і результативних бойових польотів. У рамках дослідження було проведено комплексний розрахунок ефективності струменевої механізації, зокрема системи керованого повітряного струменя (КПШ) для літака МіГ-29. Особливу увагу приділено аналізу геометричних параметрів конструкції та впливу кута відхилення закрилків з подачею повітряного струменя (ПШ) на максимальний коефіцієнт підйомної сили $C_{y_{max}}$ під час злітно-посадкових режимів. Цей аналіз дозволив виявити параметри закрилків, що сприяють злітно-посадкових характеристиках та маневреності літака в критичних режимах посадки.

Крім того, у процесі дослідження була розроблена інноваційна система підведення газу до закрилків, призначена для забезпечення максимальної ефективності повітряного струменя. Це рішення дозволяє оптимізувати злітно-посадкові характеристики літака, знижуючи опір в ключовій фазі посадки. Покращення злітно-посадкових параметрів зменшить ризик аварійних ситуацій та небажаних умов при навантаженнях, що виникають у бойових та

екстремальних умовах. Це забезпечить не лише кращу експлуатаційну надійність, але й сприятиме продовженню терміну служби літака в умовах інтенсивного використання.

Список використаних джерел:

1. Інструкція з експлуатації та технічного обслуговування винищувача МіГ-29, 1980р.
2. Аеродинаміка літальних апаратів. – Х: ХУПС, под ред. Зінченко А. Г., 2015. – 336 с.
3. Динаміка польоту и бойового маневрування літальних апаратів. – М.: ВВИА ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, під кер. Тарасенкова А.М. 1984.
4. Основи опору матеріалів – Х.ХУПС: під. кер. Юрченко О.О.,2011р.
5. Курдинський В.З. Довідкові матеріали з технічної термодинаміки, теплопередачі та теорії авіаційних двигунів. – Харків.: ХВВАИУ, 1980.

Некрасов Ростислав Віталійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: 258rostik258@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9935-4393X>.

Nekrasov Rostyslav Vitaliyovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: 258rostik258@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9935-4393X>.

О. М. Горбачов, М. Л. Янков

ДО ПИТАННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ – ЩО Ж ПОТРІБНО МАТИ З СОБОЮ НА «НУЛІ»

Анотація: одним із питань формування психологічної готовності військовослужбовця до виконання бойових завдань є його особиста підготовленість. Окрім бойової підготовленості солдата, важливу роль у його психологічній готовності має бути узгоджено ним особисто запитання: А що ж мені взяти з собою «на нуль»?; Що треба а чого не потрібно? і т.п. Ці запитання будуть завжди турбувати, навіть досвідчених воїнів. У тезах розглядаються базові принципи розподілу та окреслюються перелік необхідних елементів особистої екіпіровки і спорядження, необхідних кожному військовослужбовцю, для впевненого виконання ними бойових завдань, що на думку авторів допоможе військовослужбовцям подолати «психологічний ступор» у якому може опинитися військовослужбовець коли стає питання виходу «на нуль».

У підсумках, підкреслено важливість розуміння концепції ешелонування свого спорядження по рівнях призначення, необхідність його перерозподілу з урахуванням конкретного завдання, що у свою чергу тільки підвищить психологічну готовність до виконання бойових завдань.

Ключові слова: екіпіровка, спорядження, ешелонування спорядження, транспортувальна система.

Annotation: one of the issues of forming the psychological readiness of a serviceman to perform combat tasks is his personal preparedness. In addition to a soldier's combat readiness, an important role in his psychological readiness should be personally agreed upon by him: What should I take with me "to zero"?, What is necessary and what is not necessary? etc. These questions will always bother even experienced warriors. The theses consider the basic principles of distribution and outline the list of necessary elements of personal equipment and equipment needed by each serviceman for their confident performance of combat tasks, which, according to the authors, will help servicemen overcome the "psychological stupor" in which any person can find himself when the question of going "to zero" arises.

In conclusion, the importance of understanding the concept of echeloning one's equipment according to the levels of purpose, the need to redistribute it taking into account the specific task being performed, which in turn will only increase psychological readiness to perform combat tasks, is emphasized.

Key words: equipment, equipment, echeloning of equipment, transportation system.

Важливою практичною складовою бойової діяльності особового складу силових структур України Державної прикордонної служби України серед інших основних функцій, що визначено Законом України Про Державну прикордонну службу України [1], Бойовими статутами Збройних сил України [2], є підготовка до виконання бойових завдань (у тому числі особиста підготовка військовослужбовця), де організація всебічного забезпечення бою (дій) включає підготовку та проведення заходів бойового забезпечення та виконання заходів інших видів всебічного забезпечення.

Підготовка підрозділу до застосування починається з отриманням бойового завдання та здійснюється одночасно з організацією бою (дій). Вона полягає у підготовці особового складу, озброєння, техніки і майна до майбутніх дій.[2 п.13]. Нині для виконання бойових завдань військовослужбовцями усіх військових формувань України, важливу роль в досягненні успіху і живучості воїнів, грає раціонально підібране, правильно підігнане і по місцю розміщене спорядження.

В основі усієї екіпіровки за способом розміщення спорядження існують наступні транспортувальні системи носимого спорядження:

1. Кишені верхнього одягу (куртка і штани літо/зима).

2. Розвантажувально-ремінні системи: розвантажувальний ремінь або пояс; розвантажувальний жилет чи нагрудник; ремінно-плечова система.

3. Рюкзачна система: основний рюкзак 40-45л. з підсумками; штурмовий рюкзак 15-17л.

4. Сумки: транспортна сумка або сумка-рюкзак; сумка наплічна аварійна для амуніції/боєприпасів.

Вибір між цими чотирма видами систем транспортувань залишається за військовослужбовцем, який її застосовує. Але при цьому пріоритет у виборі віддається функціональності, у відповідності до виконуваних завдань.

У рамках теми обговорення, окреслимо загально, що входить в кожен з вище перераховані системи транспортувань, оскільки саме вони, в комплексі із загальною екіпіровкою, спорядженням і озброєнням, формуватимуть концепцію ешелонування рівнів готовності спорядження, яке переноситься або перевозиться військовослужбовцем.

Транспортувальна система – спосіб розміщення спорядження, що переноситься (зберігається) військовослужбовцями, як під час виконання завдань служби (бойових завдань), так і у повсякденній службовій діяльності (у кишнях, кобурах, підсумках, сухарних сумках, рюкзаках, РПС тощо).

Екіпіровка, спорядження - сукупність предметів, використовуваних військовослужбовцями як в ході бойових дій у воєнний час, так і під час професійної діяльності в обстановці мирного часу.

По суті, наявність необхідного спорядження і відповідне його утримання у справності, є одним із первинних обов'язків кожного військовослужбовця. Порядок його використання та застосування регулюється статутами, інструкціями та наказами. Найбільшої його ефективності можна досягти при оптимальному поєднанні тактико-технічних характеристик усіх її складових. Не для кого не секрет, що неправильно підібране і підігнане спорядження може поставити під загрозу і значно ускладнити, а часто і зробити неможливим, ефективну участь окремого військовослужбовця у виконанні бойового завдання. Зниження ефективності дій одного, понизить загальну боєздатність підрозділу, і надалі може привести до провалу завдання і знищення групи. Тому важливо правильно вибирати, готувати, підганяти під себе і упакувати спорядження ще перед виходом на завдання, в ході тренувань та у вільний час.

Концепції ешелонування спорядження заснована на розподілі спорядження, залежно від його призначення, на декілька рівнів – так званих «станів укомплектованості». Мається на увазі, що усе спорядження яке носить солдатом – завчасно розподілено на декілька рівнів, починаючи з першого - який найближче знаходиться до того, хто його носить (по суті - його одяг), закінчуючи останнім рівнем - що перевозиться у транспортних сумках з їх вмістом.

Висновок.

Зрозуміло що якийсь перелік речей, буде оптимальним для «окопної війни», коли утримується оборона, але при виконанні завдань у складі штурмових груп він буде зовсім іншим. І там пріоритет буде у кількості боєприпасів та гранат, які мають бути доступно розміщені на солдатів, де рюкзаку на 45 л. вже не місце – потрібен штурмовий на 17 л. і тому подібне. 100% що потрібно мати з собою це - бронжилет, каску, БК і вашу зброю, все решта – це вже додаткове і по суті не обов'язкове.

Список використаних джерел:

1. Про Державну прикордонну службу України: Закон України від від 28 травня 2003 року {із змінами, внесеними згідно із Законами № 3022-ІХ від 10.04.2023} / База даних «Законодавство України / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-15#Text> (дата звернення 16.10.2024).

2. БОЙОВИЙ СТАТУТ МЕХАНІЗОВАНИХ І ТАНКОВИХ ВІЙСЬК СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ Частина III Взвод, відділення, екіпаж. Затвердженого наказом командувача Сухопутних військ Збройних Сил України від 25.05.2016 № 238: https://drive.google.com/file/d/1RNkUEy4Zx8OpCNisHV7gBlYdnlTuDf_/view (дата звернення 16.10.2024).

3. Наказ Міністерства оборони України про затвердження Правил носіння військової форми одягу та знаків розрізнення військовослужбовцями Збройних Сил України та ліцеїстами військових ліцеїв від 20.11.2017 року № 606. {Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства оборони № 53 від 25.01.2024} (дата звернення 16.10.2024).

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1502-17#Text> (дата звернення 16.10.2024).

4. Наказ Міністерства оборони України Про затвердження Змін до Норм забезпечення речовим майном військовослужбовців Збройних Сил України та Державної спеціальної служби транспорту в мирний час та особливий період та Змін до Інструкції про організацію речового забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України в мирний час та особливий період від 12.11.2020 року № 413 {Зареєстровано в Міністерстві юстиції України "02 " лютого 2021 року за №135/35757, №136/35758} (дата звернення 16.10.2024).

https://www.mil.gov.ua/content/mou_orders/mou_2020/413_nm.pdf .

5. Екіпірування солдата ЗСУ: що входить у кожен із трьох ешелонів. Chas News: <https://chas.news/current/ekipiruvannya-soldata-zsu-scho-vhodit-u-kozhen-iz-trokh-eseloniv> (дата звернення 16.10.2024).

6. Що брати на війну — список необхідних речей для мобілізованого. Олександра Бойко: <https://suspilne.media/411990-so-brati-na-vijnu/> (дата звернення 16.10.2024).

7. Спорядження розвідника і не тільки: що брати з собою на вихід за «нуль». Позивний «Фагот» Офіцер Десантно-штурмових військ Збройних сил України: <https://mezha.net/ua/mysli/sporiadzhennia-rozvidnyka-i-ne-tilky-shcho-braty-z-soboju-na-vykhid-za-nul/> (дата звернення 16.10.2024).

8. Каталог контрактної екіпіровки військовослужбовців ВС Великобританії. Clothing for Operations 'The Black Bag' <https://anyflip.com/tjtz/klri> (дата звернення 16.10.2024).

ГОРБАЧОВ Олександр Миколайович – старший викладач кафедри тактико-спеціальних дисциплін, e-mail: apsc1967@gmail.com Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, Україна ORCID ID 0000-0001-9105-1660

ЯНКОВ Михайло Леонідович – старший викладач кафедри тактико-спеціальних дисциплін, e-mail: Maklem@i.ua Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, Україна ORCID ID 0000-0002-7062-3997

Oleksandr Mykolayovych HORBACHOV – senior lecturer of the department of tactical and special disciplines, e-mail: apsc1967@gmail.com National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi, Khmelnytskyi, Ukraine ORCID ID 0000-0001-9105-1660

Mykhailo Leonidovych YANKOV – senior lecturer of the department of tactical and special disciplines, e-mail: Maklem@i.ua National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi, Khmelnytskyi, Ukraine ORCID ID 0000-0002-7062-3997

Д. О. Судома

ПСИХОЛОГІЧНА ГОТОВНІСТЬ ОСОБОВОГО СКЛАДУ В УМОВАХ ВИКОНАННЯ ОПЕРАТИВНО – СЛУЖБОВИХ ЗАВДАНЬ В ПОВСЯКДЕНИХ УМОВАХ ТА В ХОДІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: в умовах здійснення повномасштабного вторгнення на територію України збройних сил російської федерації суспільство згуртувалося та різні верстви суспільства стали на захист територіальної цілісності та недоторканості державних рубежів країни.

Розвиток моральної та емоційної стійкості сприяє підвищенню витривалості особового складу та їх здатності ефективно діяти під час кризових ситуацій. Конфлікти військового характеру, пропаганда та новітні технології, вимагають від особового складу підвищеного рівня психологічної готовності. Психологічна підготовка є невід'ємним компонентом успішного виконання оперативно – службових та бойових завдань в умовах воєнного стану особовим складом Державної прикордонної служби України.

Сутність психологічної готовності особового складу до виконання завдань по охороні Державного кордону України в повсякденних умовах та в ході ведення бойових дій має досить вагоме значення. Зумовлено це тим, що негативні наслідки екстремальної ситуації будь-якого походження можна успішно ліквідувати або отримати мінімальні втрати, оскільки в особового складу сформовані навички та вміння організовано діяти в умовах виникнення екстремальних (кризових) ситуацій.

Annotation: abstract of the thesis. In the conditions of a full-scale invasion of the territory of Ukraine by the armed forces of the Russian Federation, society rallied and different sections of the population stood up to protect the territorial integrity and inviolability of the country's state borders.

The development of moral and emotional stability contributes to increasing the endurance of personnel and their ability to act effectively during crisis situations. Conflicts of a military nature, propaganda and the latest technologies require a higher level of psychological readiness from the personnel. Psychological training is an integral component of the successful performance of operative and military tasks in the conditions of martial law by the personnel of the State Border Guard Service of Ukraine.

The essence of the psychological readiness of personnel to perform the tasks of guarding the State Border of Ukraine in everyday conditions and in the course of hostilities is of considerable importance. This is due to the fact that the negative consequences of an extreme situation of any origin can be successfully eliminated or minimal losses can be obtained, since the personnel have developed skills and abilities to act in an organized manner in the conditions of the occurrence of extreme (crisis) situations.

Ключові слова: психологічна готовність, професійна підготовка, виконання оперативно – службових та бойових завдань, психологічна підтримка.

Key words: psychological readiness, professional preparation, operational performance of service and combat tasks, psychological support.

На сьогоднішній день особовий склад Державної прикордонної служби України здійснює виконання оперативно – службових завдань, які покладені у відповідності до закону України «Про Державну прикордонну службу України» та бойових завдань у складі Сил оборони України у відповідних операційних угрупованнях військ.

Законом України «Про Державну прикордонну служби України» [1] встановлено умови і межі використання та застосування заходів примусу особовим складом Державної прикордонної служби України.

Перед застосування будь-якого з обраних заходів примусу повинен передувати психологічний вплив на правопорушника, який становить певну інформацію, що передається правопорушнику (підозрюваному, злочинцю) в чітко визначеному обсязі, у свідомо обраний час, супроводжуючи коментарями та відповідними емоціями, з метою переконання особи (правопорушника) виконати законні вимоги правоохоронця. Кожен психологічний прийом впливу має конкретну мету: попередження, інформування, зміну поведінки людини,

навіювання невпевненості, дезорієнтування та ін. Психологічний вплив здійснюється перед застосуванням інших заходів примусу за таким алгоритмом: психологічний вплив (переконання, попередження), фізична сила, спеціальні засоби, вогнепальна зброя.

Фізичним впливом є застосування будь-якої фізичної сили, а також спеціальних прийомів боротьби з метою припинення протиправних дій правопорушників.

Спеціальні засоби як захід примусу – це сукупність пристроїв, приладів і предметів, спеціально виготовлених, конструктивно призначених і технічно придатних для захисту людей від ураження різними предметами (зокрема від зброї), тимчасового (відворотного) ураження особи (правопорушника, супротивника), пригнічення чи обмеження волі особи (психологічної чи фізичної) шляхом здійснення впливу на неї чи предмети, що її оточують, з чітким регулюванням підстав і правил застосування таких засобів та службових тварин.

Але як показує практика в екстремальних (стресових) ситуаціях під дією різноманітних психологічних чинників, військовослужбовці в більшості випадках не в змозі надати правильну оцінку ситуації, яка склалась, та застосувати заходи примусу у відповідності до чинного законодавства та в рамках правового поля, тому психологічна підготовка персоналу є надважливим процесом активізації здібностей до певного виду діяльності. Вона передбачає зміцнення взаємозв'язків між певними якостями особистості як елементами складних здібностей, необхідних для даної діяльності, і формування вміння користуватися ними за певних умов.

Питання професійної підготовки військовослужбовців до виживання в бойових умовах тісно переплітаються з питанням психологічної підготовки та психологічною підтримкою і не може розглядатись окремо одне від одного.

На даний час міжнародні партнери надають великий об'єм військової допомоги з захисту нашої держави від зовнішньої агресії зі сторони російської федерації. Одним з елементів цієї допомоги є багатонаціональна місія «INTERFLEX» з базової професійної підготовки військовослужбовців.

Основою професійної діяльності військовослужбовця та в цілому підрозділу є ефективна робота в несприятливих, потенційно небезпечних ситуаціях і ситуаціях високого ризику, що може призвести до порушення психічного здоров'я особового складу, тобто готовності до виживання в умовах стресу. В цьому і заключається успіх виконання бойових завдань всього підрозділу.

Особовий склад складає кістяк будь-якого військового підрозділу. Але що відбувається, коли стрес, пов'язаний з бойовими діями, стає непереборним і військовослужбовці не справляються з стресовими ситуаціями? Стрес може мати негативні наслідки для психічного та фізичного здоров'я кожного військовослужбовця, підрозділу та для загальної бойової ефективності підрозділу.

Бойовий стрес – це процес мобілізації всіх наявних можливостей організму, імунної, захисної, нервової, психічної систем для подолання життєнебезпечних ситуацій [4].

Спираючись на низку різних психологічних спеціалізацій професійна діяльність військових психологів спрямована на підготовку військовослужбовців до протидії впливу стрес-факторів сучасного бою, психологічного супроводу їх професійної діяльності та збереженню їх психічного здоров'я. Військовослужбовця, який отримав бойову психічну травму, в першу чергу, необхідно евакуювати з поля бою і доставити в пункт надання першої психологічної допомоги.

Стресори виживання – це несприятливі зовнішні та внутрішні впливи на організм людини, що суттєво впливають на тривалість гранично допустимого терміну автономного існування в екстремальних умовах [2].

На сьогоднішній день питання психологічної підтримки бійців активно розвивається. Ця підтримка пов'язана з розгортанням підрозділів у три стадії: до, під час і після розгортання. Підтримка перед розгортанням стосується підготовки сил, що розгортаються, зокрема шляхом сприяння психологічній готовності шляхом навчання [2].

Психологічна підтримка – система соціально - психологічних, психолого-педагогічних засобів, способів і методів допомоги особі з метою оптимізації її психоемоційного стану в процесі формування здібностей і самосвідомості, спрямування зусиль особи на реалізацію власної професійної діяльності.

Психологічне відновлення особового складу після прибуття до пунктів постійної дислокації – здійснюється психологами військових частин та підрозділів за відповідними планами відновлення боєздатності. [3].

Науковці-психологи акцентують увагу, що перший крок психологічного відновлення особового складу полягає в тому, щоб ті, хто вижив, думали позитивно та взяли на себе відповідальність за власну долю. Людина, яка вижила, повинна усвідомлювати, що кожен має відповідні навички та знання, які може адаптувати до будь-якої ситуації виживання, щоб покращити свої обставини. Все, що потрібно, це здоровий підхід до розв'язання та вирішення проблем. Звичайно, чим більше навичок і знань у того, хто вижив, тим ретельнішим і повнішим буде процес. Попри це, перший позитивний крок до покращення ситуації є важливим кроком на шляху до підтримання боєздатності підрозділу, виконання бойових завдань та виживання особового складу.

Висновок.

З досвіду проведення підготовки особового складу партнерами України питання психології виживання та практичних навичок у виживанні військовослужбовців у різних умовах бою є актуальним для сил оборони України.

Психологічна підготовка є основою у підготовці військовослужбовців і є нероздільною від професійної підготовки під час виконання службово-бойових завдань в повсякденних умовах та в ході проведення бойових дій.

Список використаних джерел:

1. Про Державну прикордонну службу України: Закон України від від 28 травня 2003року {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 3022-ІХ від 10.04.2023} / База даних «Законодавство України / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-15#Text> (дата звернення 16.10.2024).

2. Витримка та виживання на полі бою : підручник / Н. Б. Вербин, С. М. Жембровський, О. В. Петрачков та ін. Київ : Національний університет оборони України ім. Івана Черняховського, 2023.

3. ПСИХОЛОГІЧНА РОБОТА З ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯМИ – УЧАСНИКАМИ АТО НА ЕТАПІ ВІДНОВЛЕННЯ : методичний посібник / Коқун О.М., Агаєв Н.А., Пішко І.О., Лозінська Н.С., Остапчук В.В. – Київ: НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР ГУМАНІТАРНИХ ПРОБЛЕМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, 2017.

4. Психологічний супровід військовослужбовців, які виконують службово-бойові завдання в екстремальних умовах [Текст] : методичні рекомендації / Я.В. Мацегора, І.В. Воробйова, О.С. Колесніченко, І.І. Приходько. – Х. : НА НГУ, 2015. – 69 с.

Судома Дмитро Олександрович, викладач кафедри тактико-спеціальної підготовки, e-mail: sudomadima99999@gmail.com Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, Україна ORCID ID [0009-0000-8145-8782](https://orcid.org/0009-0000-8145-8782)

Sudoma Dmytro Oleksandrovich, Lecturer of the Department of Tactical and Special disciplines, e-mail: sudomadima99999@gmail.com National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi, Khmelnytskyi, Ukraine ORCID ID [0009-0000-8145-8782](https://orcid.org/0009-0000-8145-8782)

А. В. Плеханов, С. О. Каштелян

КОНФЛІКТ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПРОФЕСІЙНУ ДІЯЛЬНІСТЬ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

***Анотація:** автор розглядає конфлікт, як завдання, яке повинно бути вирішене шляхом визначення причини конфлікту, а потім – застосуванням відповідної техніки вирішення конфліктних проблем.*

***Ключові слова:** Державна прикордонна служба України, конфлікт, метод, проблема, аналіз.*

***Annotation:** the author considers conflict as a task that must be solved by identifying the cause of the conflict and then applying the appropriate conflict resolution techniques.*

***Keywords:** State Border Guard Service of Ukraine, conflict, method, problem, analysis.*

Методами контролю конфліктної ситуації в тій чи іншій мірі може опанувати кожний. Вони допоможуть вирішити проблему практично будь-якого типу: внутрішній конфлікт чи з оточуючими людьми. Процес вирішення починається з розгляду конфліктів і їх визначення. Потім здійснюється розгляд причини конфліктів. Наприклад, деякі конфлікти викликані обставинами; деякі пов'язані з особливостями залучення в них людей; інші можуть бути обумовлені повторюваною формою чи поведінкою відносин, що може лягти в основу конфліктної ситуації. Після виявлення прихованих причин і джерел конфлікту наступним кроком є корекція проблеми шляхом минаючої реакції. Наприклад, якщо конфлікт викликаний недостатнім спілкуванням чи його відсутністю, очевидна реакція полягає в пошуку шляхів налагодження спілкування. Якщо конфлікт пов'язаний з розходженням у життєвих планах, реакція буде полягати в одному з компромісів, вироблених у результаті переговорів і пошуку рішень, при яких у вигравшій залишається кожен учасник конфлікту. Якщо ж перешкодою є власні страхи і нерішучість, то вирішення полягає у виробленні методів подолання цих перешкод на шляху. Для того, щоб конфлікт почав розвиватися, необхідний інцидент, тобто ситуація, коли одна з сторін починає діяти на шкоду іншій. Якщо протилежна сторона починає відповідати тим самим, конфлікт із потенційного перетворюється на актуальний (реальний). Далі конфлікт може розвиватися як конструктивний (стабілізуючий) чи деструктивний; прямий чи опосередкований.

Конфлікти – це явища дуже складні і часом важко керовані. У зв'язку з цим немає можливості сформулювати універсальну методику їхнього вирішення. У кожному окремому випадку вона визначається причинами виникнення розбіжностей і протиріч, напруженістю обстановки, психічним станом противних сторін, моральною обстановкою в колективі. Відзначене не виключає необхідності глибокого вивчення проблеми психологічних конфліктів, властивої діяльності особового складу Державної прикордонної служби України (далі – ДПСУ), тому що правильне вирішення конфліктних ситуацій сприяє поліпшенню всієї діяльності підрозділів правоохоронних органів, становленню фахової майстерності їхніх прикордонників. Конфліктні ситуації, що виникають у підрозділах ДПСУ, можна умовно розділити на:

а) внутрішні – між начальником і підлеглим, між прикордонниками – колегами;

б) зовнішні – між військовослужбовцем та працівником ДПСУ і громадянами, між особовим складом Державної прикордонної служби України і представниками влади, інших правоохоронних структур, представниками господарських і громадських організацій.

Конфліктні ситуації, що виникають у діяльності підрозділів можна розділити на дві групи: природні та штучні. Під час виконання службових обов'язків по охороні державного кордону України, суспільного порядку і боротьбі зі злочинністю виникають штучні конфлікти, оскільки особи, що вчинили правопорушення, у багатьох випадках протидіють військовослужбовцям або працівникам ДПСУ у встановленні істини, намагаються ухилитися від відповідальності або зменшити її, використовуючи для цього найрізноманітніші прийоми, у тому числі й психологічний вплив на особовий склад ДПСУ. До створення штучних

конфліктних ситуацій нерідко вдаються правопорушники (злочинці) в момент затримання. Вони провокують громадян призовами закликами на допомогу, симуляцією припадку і т. д. Громадяни заступаються за них, тим самим відволікаючи увагу прикордонників і даючи правопорушнику (злочинцю) можливість сховатися. Отже, для ліквідації конфліктів, створених правопорушником, важливо правильно вибрати час, місце і засіб затримання, а також враховувати особистість затриманого. Сама специфіка діяльності Державної прикордонної служби України визначає наявність різноманітних конфліктних ситуацій.

Причиною конфлікту можуть бути й обставини психологічного характеру. Так, підозрювана у вчиненні тяжкого злочину особа, відразу ж визначивши своє негативне відношення до оперативного співробітника, не може вже відмовитися від нього, наполягаючи на своїх показаннях навіть у тому випадку, коли вони знаходяться в явному протиріччі з іншими доказами. Владність повноважень, якими наділені військовослужбовці та працівники ДПСУ, необхідність застосування примусового заходу з метою ефективної боротьби у сфері протидії транскордонній (транснаціональній) злочинності, зокрема, контрабанді зброї, вибухових та радіоактивних речовин, інших засобів терору; наркотрафіку; економічній контрабанді; незаконній міграції; торгівлі людьми та іншим соціально небезпечним злочинам; специфічні ризики, що виявилися останнім часом, інші антагоністичні умови діяльності Державної прикордонної служби України є основними джерелами так званої «природної» конфліктної ситуації, що має місце в діяльності більшості прикордонників. Таким чином, уся діяльність підрозділів ДПСУ перманентно відбувається у конфліктах, що зобов'язує прикордонників добре розбиратися в сутності цих психічних і моральних явищ. Знання можливих причин виникнення сутичок, механізму розвитку і засобів попередження або ліквідації їх дозволить визначити найбільш оптимальну лінію поведінки на шляху досягнення наміченої цілі. Військовослужбовцям та працівникам Державної прикордонної служби України випадає брати участь у різноманітних за своїми характеристиками, конфліктних ситуаціях, основні з яких можна поділити у залежності від того, у якій сфері фахової діяльності прикордонників вони виникають.

Розрізняють конфлікти, пов'язані з:

- а) діями по припиненню \ розкриттю правопорушень (злочинів);
- б) процесом проведення попереджувальної роботи.

Конфліктні ситуації в діяльності по припиненню \ розкриттю правопорушень (злочинів) нерідко характеризуються великою емоційною напругою, значною часовою тривалістю, широким діапазоном можливих наслідків конфлікту, необхідністю суворого дотримання закону. Виходячи із зазначених характеристик ці ситуації, як правило, відрізняються від тих конфліктних ситуацій, що виникають при здійсненні профілактичних дій, що розгортаються протягом досить тривалого часу й у менш напруженій обстановці. Відмічені розходження виступають у ролі чинників, що роблять певний вплив на форму і процес взаємодії в конфлікті. Особливу увагу з метою запобігання конфліктним ситуаціям, Державна прикордонна служба України повинна приділяти зв'язкам із населенням. Такі зв'язки повинні здійснюватися через систематичні звіти прикордонників у трудових колективах за місцем роботи або місцем проживання, шляхом інформування населення про діяльність Державної прикордонної служби України за допомогою засобів масової інформації, шляхом підтримки ділових відносин з громадськими організаціями, органами влади і місцевого самоврядування.

Вивчення й аналіз публікацій, що мають відношення до Державної прикордонної служби України, є початковим етапом її взаємодії із засобами масової інформації. Нормою в роботі ДПСУ повинні стати регулярні зустрічі з представниками преси (пресконференції і брифінги), оскільки безпосереднє спілкування керівників органів Державної прикордонної служби України із великою кількістю журналістів підвищує рівень переконливості і дохідливості інформації, дозволяє уточнювати і доповнювати її в разі потреби, практично виключає можливість перекручування даних. Прес-конференції, як правило, проводяться з питань, що викликають широкий суспільний резонанс, тому їхня тематика повинна бути точно окреслена, а питання розподілені серед учасників, які представляють Державну прикордонну службу України.

Основними причинами конфліктних ситуацій у підрозділах ДПСУ є: похибки в організації служби, обумовлені специфікою діяльності ДПСУ, що полягає в її неритмічності,

високому ступені відповідальності, в постійному перевантаженні, непевності в компетенціях і функціональних обов'язках, витратах морального і матеріального стимулювання прикордонників; недосконалість керування, тобто невміння розставити людей відповідно до їхньої кваліфікації і психологічних особливостей, зайве адміністрування з боку керівництва; причини, пов'язані з міжособистісними відношеннями в колективі, між встигаючими і відстаючими прикордонниками, між молодими прикордонниками і прикордонниками старшого віку, психологічна несумісність людей, недостатня вихованість, слабка підготовленість прикордонника до виконання своїх функціональних обов'язків, психологічний і емоційний бар'єр між тими, хто спілкується. Як відомо, постійний дефіцит часу є специфічною рисою для діяльності Державної прикордонної служби України. Те, що в інших видах діяльності є властивим лише «аварійним ситуаціям», вважається звичайним у діяльності прикордонника. І при цьому необхідно, щоб його дії відповідали вимогам закону за будь-яких обставин. Для дисциплінованого, високоморального і професійно досвідченого прикордонника це – звичайна повсякденна діяльність, що потребує постійної внутрішньої готовності до кваліфікованого виконання поставлених перед ним завдань. Тому для такого прикордонника неприйнятні поспішність, квапливість, непрофесіоналізм і недобросовісність інших прикордонників, що призводять до неправильних рішень і дій, що породжують серйозні помилки, які в свою чергу спричиняють порушення законності і тактичних прийомів, але цілком виправдані в колективі зі сформованими негативними традиціями. Звідси і виникає внутрішній конфлікт, що полягає, як правило, у протиріччі між особистими інтересами і запитами, коли в умовах безкарності конкретних носіїв визначених негативних соціально-психологічних явищ, дисциплінований прикордонник змушений діяти відповідно до встановлених правил, несучи моральні і психологічні втрати. Прикордонник, що характеризується високою суспільною активністю, розвинутими соціально-позитивними інтересами, такий конфлікт переживає особливо гостро, а це спричиняє зниження рівня службової діяльності, негативно впливає на становлення його фахової майстерності.

Причиною конфліктних ситуацій можуть бути також похибки, що полягають у нечіткому уявленні прикордонниками своїх функціональних обов'язків. Нерідко занадто великий перелік обов'язків, необхідність якнайшвидшого вирішення найрізноманітніших завдань, що стоять перед підрозділом, сприяють сутичці різноманітних точок зору керівника, а також прикордонників при виконанні їхніх обов'язків і служать причиною виникнення конфлікту. У деяких випадках причина виникнення конфлікту (нетактовне зауваження, образливий відгук про роботу з боку керівника або підлеглого) залишається непоміченою однією з сторін. Не завжди, звичайно, можна порозумітися з людиною, чії манери або поведінка дратують, але вплинути на нього непрямим способом усе ж можливо. Конфлікт може виникнути й у зв'язку з психологічним бар'єром, що виник між тими, що спілкуються. Поняття психологічного бар'єру вживається для позначення тих складнощів у спілкуванні людей, що пов'язані з особливостями їхньої психологічної структури, психологічного настрою, які консервують схований потенціал їхньої активності. Така ситуація створює сприятливі умови для виникнення психологічного емоційного бар'єру. На відміну від психологічних конфліктів, викликаних психологічним бар'єром, вони проходять, як правило, дуже швидко. У діяльності окремих підрозділів бувають конфліктні ситуації, що різко дезорганізують систему і перешкоджають керуванню. Це так звана психологічна несумісність, що є тривалим станом і виражається в тому, що окремі прикордонники відчувають один до одного нічим, здавалося б, непоояснену антипатію і ворожість. Причиною психологічної несумісності можуть бути індивідуально-психологічні властивості, особливості того або іншого прикордонника: нездатність у критичних ситуаціях зрозуміти один одного, «асинхронність» психомоторних реакцій, розходження в увазі, мисленні, вроджені і набуті властивості особистості, що перешкоджають спільній діяльності. У зв'язку з цим відповідність змісту діяльності прикордонника, його кваліфікації й індивідуально-психологічних особливостей має винятково важливе значення при запобіганні конфліктних ситуацій, що виникли в діяльності прикордонників. І, нарешті, за соціальними результатами конфлікти можуть бути позитивно і негативно спрямованими. Позитивно спрямований конфлікт являє собою сутичку головних думок у рамках співробітництва, об'єднаних загальною метою. До негативно спрямованих конфліктів, відповідно, варто віднести такі ситуації протиборства, що не переслідують соціально корисних цілей.

Список використаної літератури:

1. Нагаєв В.М. Конфліктологія: курс лекцій (модульний варіант) : Навчальний посібник.- К.: Центр навчальної дисципліни, 2004.- 198 с.
2. Конфліктологія : навч. посіб. / Л. М. Герасіна, М. П. Требін, В. Д. Воднік та ін. — Х. : Право, 2012. — 128 с.

Плеханов Андрій Вікторович – к. психол. наук, доцент, старший викладач кафедри тактико-спеціальних дисциплін, email: plehanov.andrey69@gmail.com, Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6840-5061>

Каштелян Сергій Олександрович – к.в.н, доцент, доцент кафедри прикордонної служби, email: sergijkastelan@gmail.com, Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8806-1232>

Ple Khanov Andrii Viktorovich – PhD in Psychology, docent, senior lecturer at the Department of Tactical and Specialized Disciplines, email: plehanov.andrey69@gmail.com, Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine, Khmelnytskyi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6840-5061>

Kashtelian Serhii Oleksandrovych – PhD in Military Science, docent, associate professor of the Department of Border Services, email: sergijkastelan@gmail.com, Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine, Khmelnytskyi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8806-1232>

Хіжнюк О.А., Лиман К.В., Духняк Х.О.
**ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ
ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЯК
НЕВІД'ЄМНОГО КОМПОНЕНТУ УСПІШНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ
УКРАЇНИ В НАТО**

Анотація: наслідком збройного протистояння є порушення психофізіологічного стану військовослужбовців. Набутий досвід підкреслює необхідність створення ефективної системи психологічної підтримки на всіх етапах проходження військової служби. Пропонується доповнити існуючі методи та види стабілізації психологічного стану додатковими тренінгами з урахуванням національних особливостей суспільства.

Ключові слова: соціальна адаптація військовослужбовця, система психологічної підтримки, самодіагностика, психічний стан, адаптивні методи.

Abstract: The consequence of armed confrontation is a violation of the psychophysiological state of military personnel. The experience gained emphasizes the need to create an effective system of psychological support at all stages of military service. It is proposed to supplement the existing methods and types of stabilization of the psychological state with additional trainings taking into account the national characteristics of society.

Keywords: social adaptation of a serviceman, psychological support system, self-diagnosis, mental state, adaptive methods.

Сучасні методи ведення гібридної війни та досвід збройного протистояння з армією країни агресора, що знецінила норми моралі та недоторканість людського життя, розкрили глибоку сутність та важливість парадигми психологічної підтримки військовослужбовців, які отримали системні порушення психологічного стану внаслідок активної участі у відбитті ворожої агресії або в результаті набутих психологічних травм.

Доволі часто прояви посттравматичного стресового розладу (ПТСР) даються взнаки навіть після тривалого інтервалу реабілітації, що базується на застосуванні сильнодіючих лікарських засобів. Нескладно зрозуміти, що такий тип медичної допомоги лише послабляє симптоми психофізичних розладів, але не лікує першопричину їх виникнення. Такий метод психологічної корекції стану має право на існування, але він буде ефективним лише в окремих випадках, обумовлених неможливістю застосування інших методів психологічної допомоги.

Недооцінювати наслідки таких психологічних травм чи набутих порушень в аспекті соціальних та побутових взаємовідносин вкрай небезпечно: прогресуючий посттравматичний стресовий розлад унеможливить соціальну адаптацію військовослужбовця, що може становити загрозу не лише близькому оточенню особи, а ще й спровокувати спрацьовування так званого "психологічного ситуативного триггеру" який активує спектр бойових навичок, небезпечних для оточуючих у форматі мирного життя.

Професійною хворобою військовослужбовців у сучасних реаліях прийнято вважати широкий перелік неврологічних захворювань, пов'язаних із бойовим та пост-бойовим стресом. Кількість випадків точного діагностування саме цього порушення та втрати когнітивних функцій стрімко та невпинно зростає, тому логічно передбачити низьку стабільність соціуму після закінчення війни, ймовірне зростання кількості правопорушень, пов'язаних із громадським порядком та збільшення рівня незадоволення своєю суспільною роллю саме тих людей, чиє військове братерство перевірено сумісною участю у бойових діях.

Перспективним рішенням для стабілізації психологічного стану військовослужбовців є впровадження на всіх етапах реалізації службової кар'єри чіткої системи психологічної підтримки, що включатиме в себе постійний моніторинг психологічного стану особи, навчання базовим методам самодіагностики психологічного стану та самопомоги, в комплексі з спеціалізованими вправами для підвищення стресостійкості та адекватної оцінки навколишньої обстановки та суб'єктивних можливостей в таких умовах, що потенційно виникають під час

збройного протистояння та взаємодії в умовах виконання бойового завдання військовослужбовцем.

Класичні загальноприйняті етапи психологічної допомоги, що складаються з таких методів та форм, як:

- допомога в форматі самодіагностики психологічного стану;
- вплив за типом приналежності до однойменної ланки військового механізму (за принципом “побратим допомагає побратиму”);
- застосування невідкладних багатокомпонентних кризових інтервенцій;
- створення спеціалізованих пунктів психологічної допомоги та розвитку особистості в умовно безпечних місцях, подалі від межі бойового зіткнення;
- регулярна та довготривала психологічна допомога висококваліфікованих фахівців є необхідним базовим середовищем дослідження;
- професійна корекція психофізичного стану військовослужбовця.

Окремою ланкою доцільно розглянути адаптивні методи, що значно підвищують шанси військовослужбовця вижити у ворожому полоні. Комплексна допомога для тих, хто повернувся з полону живий, є невід’ємним компонентом не лише для самого військовослужбовця, але й для його родичів, близьких, батьків та дітей. Перевагою системи психологічної підтримки військовослужбовців за стандартами НАТО є наявність вражаюче широкого переліку курсів та освітньо-розвиваючих програм, що дає можливість застосувати індивідуальну модель психологічної підтримки для кожної особи, виходячи з її психофізичних можливостей та особливостей темпераменту людини.

Також в альянсі країн НАТО передбачено програму соціальної адаптації колишніх військовослужбовців, що відкриває вступ поза конкурсом в заклади освіти, дає можливість безкоштовно опанувати новий фах або спеціальність, та створення спеціалізованих осередків спілкування для колишніх військових, що втратили навички соціальної взаємодії та комунікативні зв’язки з родичами або знайомими.

Пропонується доповнити існуючу в арміях країн-партнерів НАТО стабільну та ефективну систему психологічної підтримки додатковими тренінгами та корекційними програмами, створеними з урахуванням національних та ментальних особливостей військовослужбовців, що виникли внаслідок індивідуальних особливостей групи етносів, притаманних саме тому регіону, який військовослужбовець вважає своєю домівкою, з яким пов’язаний позитивний спектр емоцій, включаючи дитячі спогади та інші умовні фактори.

Для реалізації програми передбачається створення державного центру психологічної підтримки військовослужбовців, з розгалуженням та інтеграцією в заклади медичної допомоги, соціальні служби, громадські центри та державні спілки. З появою власних висококваліфікованих фахівців, що пройшли курс підготовки в центрах соціальної та психологічної допомоги в країнах НАТО, з’являється можливість реалізації власних проектів та експериментальних грантових програм щодо створення сприятливого психологічного середовища для військовослужбовців, зважаючи на їх особливі індивідуальні якості та потреби.

За рахунок такого рішення значно збільшиться ефективність впровадження системи психологічної підтримки військовослужбовців з різних регіонів, та поступово зітруться гострі грані непорозуміння між представниками різних етнічних груп, що приведе не лише до зростання рівня ефективної співпраці, але й до виникнення навичок взаємодопомоги в стресових ситуаціях, на набутті необхідних знань для подолання негативних психологічних зв’язків, що зменшить рівень посттравматичного стресового розладу, та згодом зведе його до мінімально можливого порогового рівня.

Список використаних джерел:

1. Концепція «гібридної» війни та її складові - Центр безпекових досліджень "СЕНСС". Центр безпекових досліджень "СЕНСС". URL: <https://censs.org/concept-of-hybrid-warfare-and-its-components/> (дата звернення: 08.11.2024).

2. Психологічна травма та її вплив на особистість - Художнє професійно-технічне училище №14. Головна - Художнє професійно-технічне училище №14.

URL: <http://www.hptu14.com.ua/psykholohichna-sluzhba/informatsiia-dlia-batkiv/504-psykholohichna-travma-ta-yiyi-vplyv-na-osobystist.html> (дата звернення: 08.11.2024).

3. Когнітивні порушення: рання діагностика та особливості лікування | Український Медичний Часопис. Український Медичний Часопис - новини медицини і здоров'я. Медична практика в Україні. URL: <https://umj.com.ua/uk/publikatsia-223223-kognitivni-porushennya-rannya-diagnostika-ta-osoblivosti-likuvannya> (дата звернення: 08.11.2024).

4. Підвищення стресостійкості у воєнний час | БДМУ. БДМУ | Головна сторінка. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/news/pidvyshhennya-stresostijkosti-u-voennyj-chas/> (дата звернення: 08.11.2024).

5. Ушакова, І. М. (2022). ПСИХОПРОФІЛАКТИКА ВИНИКНЕННЯ ГОСТРИХ СТРЕСОВИХ РОЗЛАДІВ У ПРАЦІВНИКІВ ДСНС УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія, (2), 95-99. <https://doi.org/10.32782/psy-visnyk/2022.2.19>

Хіжнюк Олександр Анатолійович – викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: alexkotale@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5855-2798>

Лиман Крістіна Володимирівна – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kristina.lyman39@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7285-2307>

Духняк Христина Олегівна – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського Національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: hduhna@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-9981-6505>

Khizhnyuk Oleksandr Anatoliiovych – Lecturer, Department of Aircraft Electronic Equipment, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: alexkotale@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-5855-2798>

Lyman Kristina Volodymyrivna – cadet of the Faculty of Aviation Engineering, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: kristina.lyman39@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7285-2307>

Dukhniak Khrystyna Olehivna – cadet of the Faculty of Aviation Engineering, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: hduhna@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-9981-6505>

Г.В. Худов, А.П. Гурін, О.О. Гурін, Б.А. Лісогорський, А.В. Пономарь

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ АНОМАЛІЙ НА ЗОБРАЖЕННЯХ З БОРТОВИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Анотація

Доповідь присвячена удосконаленому методу виявлення спектральних аномалій на зображеннях, що спостерігаються за допомогою бортової оптико-електронної системи дистанційного зондування. Під спектральною аномалією слід розуміти область невеликого розміру на зображенні, спектральні відмінності пікселів якої суттєво відрізняються від оточуючої її фону. Метод передбачає поділ зображення на області однакового розміру та оцінку спектральної відмінності кожної області (потенційної аномалії) відносно іншої частини зображення (потенційного фону) за допомогою інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера. Рішення про наявність спектральної аномалії приймається для області, дивергенція (спектральна відмінність) якої відносно іншої частини зображення є найбільшою. При визначенні декількох ділянок зображення з високими показниками дивергенції слід додатково їх дослідити із застосуванням визначених методів з метою більш точного визначення положення спектральної аномалії.

Ключові слова: дивергенція Кульбака-Лейблера, оптико-електронна система, виявлення спектральних аномалій зображень, спектральний склад зображення.

Abstract

The report is devoted to the improved of the method of detection of spectral anomalies on images observed with the help of an on-board electro-optical remote sensing system. A spectral anomaly should be understood as a small area in the image, the spectral differences of pixels of which are significantly different from the surrounding background. The method involves dividing the image into areas of the same size and estimating the spectral difference of each area (potential anomaly) relative to another part of the image (potential background) using Kullback-Leibler information divergence. The decision about the presence of a spectral anomaly is made for the area whose divergence (spectral difference) relative to the rest of the image is the largest. When determining several areas of the image with high divergence indicators, they should be additionally investigated using the specified methods in order to more accurately determine the position of the spectral anomaly.

Keywords: Kullback-Leibler divergence, electro-optical system, detection of spectral anomalies in images, spectral composition of an image.

Вступ

Аналіз динаміки процесу виявлення об'єкту за спектральними ознаками показав, що на початковому етапі виявлення, коли відомі спектральні характеристики фону, а спектральні характеристики об'єкта інтересу не відомі, доцільно використовувати виявлювач аномалій.

За останній час було створено ряд методів виявлення спектральних аномалій. Однак, жоден з них не є оптимальним [1]. Тому завдання, що полягає в удосконаленні методу виявлення спектральних аномалій, що забезпечує поліпшені характеристики, є актуальним.

Метою роботи є удосконалення методу виявлення спектральних аномалій на основі інформаційної міри віддаленості один від одного ймовірнісних розподілів – інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера, в інтересах поліпшення характеристик систем дистанційного зондування.

Результати дослідження

Для виявлення спектральних аномалій у роботі [2] було розроблено метод поділу досліджуваних зображень на області однакового розміру для пошуку області з найбільшою спектральною відмінністю відносно іншої частини зображення з метою пошуку спектральної аномалії.

Метод включає наступні операції:

– в результаті реєстрації випромінювання деякого предметного простору формується цифрове RGB зображення. Відповідно до кольорової моделі RGB кожен елемент кольорових зображень з координатами (i, j) представляється у вигляді вектору $\vec{X}_{i,j} = [x_R(i, j), x_G(i, j), x_B(i, j)]^T$ в тривимірному евклідовому просторі, де x_R, x_G, x_B – значення яскравості, які виміряні в червоному (R-red), зеленому (G-green) та синьому (B-blue) спектральних каналах [3];

– RGB зображення умовно поділяється на області однакового розміру, яким надаються умовні позначення;

– розраховується відмінність кожної із областей зображення (потенційної аномалії) відносно іншої частини зображення (потенційного фону).

Відмінність розраховуються на основі показників спектральних характеристик: вектор математичного очікування фону розраховуються за допомогою виразу [4]:

$$\vec{\mu}_B = \frac{1}{b} \sum_{K=1}^b \vec{X}_K, \quad (1)$$

де \vec{X}_K – тривимірний вектор K -го елемента репрезентативної вибірки фону; b – кількість елементів репрезентативної вибірки фону;

Відповідно, відомості про спектральні характеристики сигналу області зображення з об'єктом пошуку - потенційною аномалією (вектор математичного очікування аномалії), розраховуються за допомогою виразу:

$$\vec{\mu}_A = \frac{1}{t} \sum_{A=1}^t \vec{X}_A, \quad (2)$$

де \vec{X}_A – тривимірний вектор A -го елемента репрезентативної вибірки ділянки зображення з потенційною аномалією; t – кількість елементів репрезентативної вибірки ділянки зображення з потенційною аномалією.

Для визначення спектральної відмінності кожної області зображення відносно іншої частини зображення слід визначити наскільки інформаційна ентропія одного розподілу (належить до області з потенційною аномалією) відрізняється від ентропії іншого розподілу (іншої частини зображення – потенційного фону). Для рішення цієї задачі запропоновано використати інформаційну дивергенцію Кульбака-Лейблера, яка за результатами порівняльного аналізу показала найвищу ефективність відносно методів на основі відстані Евкліда, відстані Махаланобіса та контрасту яскравості [2].

Вираз розрахунку дивергенції Кульбака-Лейблера, має наступний вигляд [4]:

$$D = \frac{1}{2} \left[\vec{\xi}^T (\Gamma_A^{-1} + \Gamma_B^{-1}) \vec{\xi} + \text{tr}(\Gamma_A \Gamma_B^{-1} + \Gamma_B \Gamma_A^{-1} - 2I) \right]; \quad (3)$$

де $\vec{\xi} = \vec{\mu}_A - \vec{\mu}_B$ – вектор різниці математичних очікувань класів ω_A та ω_B ; I – одинична матриця; $\text{tr}(\bullet)$ – слід матриці; Γ_A та Γ_B – кореляційні матриці класів ω_A та ω_B ;

– прийняття рішення про наявність спектральної аномалії для області зображення, показник дивергенції (спектральної відмінності) якої виявиться найбільшим.

На зображенні (рис. 1) наведений принцип виявлення спектральної аномалії зображень. У наведеному прикладі (рис. 1) спектральна аномалія присутня в області зображення №8, а частина зображення для обчислення спектральних характеристик умовного фону складається з областей №1-7 та №9.

У випадку визначення декількох ділянок з потенційними аномаліями за найбільшими показниками обраного критерію пропонується скоротити область зображення для аналізу та провести повторні розрахунки.

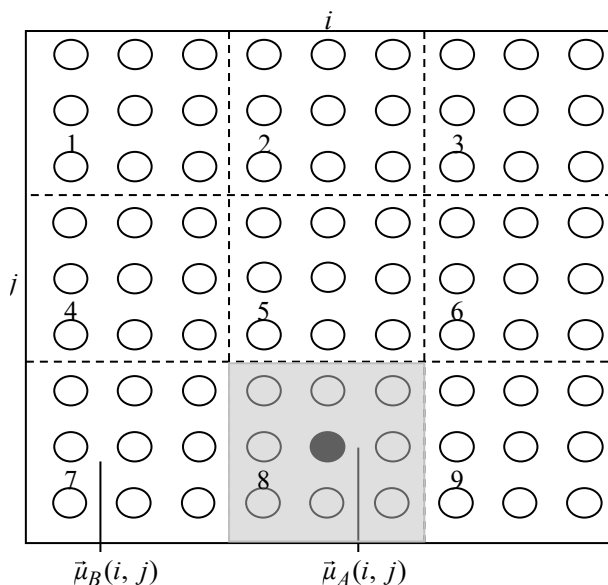


Рис. 1. Принцип виявлення спектральних аномалій зображень

Слід зауважити, що оскільки в розрахунках показників оточуючого фону приймають участь усі області зображення окрім області з гіпотетичною аномалією, то для ефективного застосування розглянутого методу слід ввести обмеження – усі елементи оточуючого фону мають бути близькими за спектральною яскравістю. Цій умові можуть відповідати випадки вирішення наступних завдань: пошук об'єкту в полі, пошук надводного об'єкту на морській поверхні, пошук об'єкту в засніженій місцевості під час рятувальної операції, пошук об'єкту певного кольору серед різнокольорових об'єктів тощо.

Висновки

Доповідь присвячена удосконаленому методу виявлення спектральних аномалій на зображеннях, що спостерігаються за допомогою бортової оптико-електронної системи дистанційного зондування. Під спектральною аномалією слід розуміти область невеликого розміру на зображенні, спектральні відмінності пікселів якої суттєво відрізняються від оточуючої її фону. Метод передбачає поділ зображення на області однакового розміру та оцінку спектральної відмінності кожної області (потенційної аномалії) відносно іншої частини зображення (потенційного фону) за допомогою інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера. Рішення про наявність спектральної аномалії приймається для області, дивергенція (спектральна відмінність) якої відносно іншої частини зображення є найбільшою.

Список використаних джерел

1. Borghys D., Achard V., Rotman S.R., Gorelik N., Perneel C., Schweicher E. Hyperspectral anomaly detection: A comparative evaluation of methods. *XXXth URSI General Assembly and Scientific Symposium*. IEEE. 2011. P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/URSIGASS.2011.6050650>.
2. Hurin A. P., Khudov H. V., Kostyria O. O., Maslenko O. V., Siadrystyi S. I. Comparative analysis of spectral anomalies detection methods on images from on-board remote sensing systems. *Advanced Information Systems*. 2024. Vol. 8. No. 2. P. 48–57. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.2.06>.
3. Tedore C., Johnsen S. Using RGB displays to portray color realistic imagery to animal eyes. *Current Zoology*. 2017. Vol. 63. No. 1. P. 27–34. <https://doi.org/10.1093/cz/zow076>.
4. Fukunaga K. Introduction to statistical pattern recognition. San Diego : Academic Press, Inc., 1990. 626 p.

Худов Геннадій Володимирович - доктор технічних наук, професор, начальник кафедри тактики радіотехнічних військ факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони

Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: 2345kh_hg@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-3311-2848>.

Гурін Артем Петрович - ад'юнкт науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: tema0504@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8536-4924>.

Гурін Олег Олександрович - кандидат технічних наук, старший викладач кафедри озброєння радіотехнічних військ факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: Goorin.oleg@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7216-7497>.

Лісогорський Богдан Анатолійович - кандидат технічних наук, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: lisogorskiy.b@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-5345-0345>.

Пономарь Андрій Васильович - старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: Andreyponomar1980@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6854-6892>.

Khudov Hennadii V. - Doctor of Engineering Science Professor, Head of the Department of Tactics of the Radio Technical Forces Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: 2345kh_hg@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-3311-2848>.

Hurin Artem P. - Post-Graduate of the scientific and organizational department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: tema0504@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8536-4924>.

Goorin Oleg O. - PhD in Engineering, Senior Lecturer of the Department of Weapons of Radio-Technical Forces Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Goorin.oleg@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7216-7497>.

Lisohorskyi Bohdan A. - PhD in Engineering, Senior researcher of the research laboratory Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: lisogorskiy.b@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-5345-0345>.

Ponomar Andriy V. - Senior researcher of the research laboratory Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Andreyponomar1980@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6854-6892>.

О. П. Терещенко, К. М. Татуревич

СИСТЕМОТЕХНІКА І ДІАГНОСТИКА ВІЙСЬКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Анотація. Системотехніка – це комплексна науково-технічна дисципліна, яка займається проектуванням, оптимізацією та інтеграцією складних систем.

Представлено основні принципи системотехніки та діагностики військових транспортних машин, їх значення та основні методи.

Ключові слова: системотехніка, діагностика військової техніки, військові транспортні машини, прогнозоване технічне обслуговування, автоматизована діагностика.

Abstract. System engineering is a complex scientific and technical discipline that deals with the design, optimization, and integration of complex systems.

The basic principles of system engineering and diagnostics of military transport vehicles, their importance, and main methods are presented.

Keywords: system engineering, military equipment diagnostics, military transport vehicles, predictive maintenance, automated diagnostics.

Військова техніка відіграє критично важливу роль у сучасних військових операціях. Забезпечення надійності та безперебійності її функціонування в умовах бойових дій є пріоритетним завданням. Одним із ключових аспектів ефективної експлуатації військових транспортних машин (ВТМ) є системотехніка та діагностика, що дозволяють вчасно виявляти і усувати можливі несправності.

У випадку з військовими транспортними машинами системотехніка передбачає створення взаємопов'язаних структур, що включають механічні, електронні та програмні елементи для забезпечення їх максимально ефективної роботи. В контексті ВТМ, системотехніка охоплює:

- Проектування – початковий етап розробки нових або модернізованих моделей техніки. Він включає врахування різноманітних умов експлуатації, вимог до безпеки та надійності.

- Інтеграція – об'єднання всіх систем техніки (електронних, механічних, гідравлічних тощо) для їхньої безперебійної роботи.

- Оптимізація – процес вдосконалення технічних рішень з метою підвищення ефективності, зменшення витрат енергії та збільшення строку служби машин.

Системотехніка дозволяє створити високонадійні і стійкі до збоїв машини, що мають максимальну ефективність в умовах бойових дій або складних операцій.

Діагностика є невід'ємною частиною системи технічного обслуговування і ремонту військових транспортних машин. Вона спрямована на виявлення несправностей, які можуть призвести до виходу з ладу техніки. У військових умовах надзвичайно важливо мати змогу швидко виявляти потенційні проблеми, щоб уникнути серйозних наслідків у бою.

Основні завдання діагностики ВТМ:

- Своєчасне виявлення несправностей: це може бути як простий дефект, так і прихована несправність, яка на перший погляд не впливає на роботу, але може призвести до серйозного збою в майбутньому.

- Прогнозування ресурсу компонентів: аналіз стану вузлів техніки дає змогу передбачити, скільки часу вони можуть працювати без потреби в заміні або ремонті.

- Автоматизоване тестування: сучасні системи діагностики використовують електронні засоби для автоматизованого аналізу технічного стану машин.

Методи діагностики військових транспортних машин:

- Візуальний огляд: один з найпростіших і водночас важливих методів. За допомогою цього методу можна виявити явні механічні дефекти, пошкодження та зношеність деталей.

- Інструментальна діагностика: передбачає використання спеціальних приладів для вимірювання параметрів роботи техніки. Наприклад, тиск у гідравлічних системах, рівень

вібрацій двигуна тощо.

- Автоматизована діагностика: сучасні військові транспортні машини обладнуються бортовими комп'ютерами, які постійно моніторять стан основних систем і здатні видавати попередження про можливі збої ще до того, як вони стануть критичними.

- Неруйнівні методи контролю: це технології, що дозволяють перевіряти стан техніки без її розбору або пошкодження. До таких методів належать ультразвукове, рентгенівське дослідження, магнітний контроль тощо.

Інформаційні технології стали невід'ємною частиною сучасної діагностики військової техніки. Впровадження цифрових платформ для збору, зберігання та аналізу даних дозволяє створити систему прогнозованого технічного обслуговування (Predictive Maintenance), яка заснована на аналізі великих масивів інформації. Така система здатна виявляти закономірності зношення компонентів і прогнозувати їх вихід з ладу задовго до того, як це станеться.

Опираючись на дану статтю, можна зробити висновки, що системотехніка і діагностика військових транспортних машин – це важливі елементи забезпечення ефективної роботи техніки в бойових умовах. Сучасні технології діагностики дозволяють не тільки вчасно виявляти несправності, але й прогнозувати майбутні поломки, що значно підвищує бойову готовність і зменшує витрати на технічне обслуговування. Поєднання комплексного підходу до проектування (системотехніки) з передовими методами діагностики дозволяє забезпечити надійність та ефективність військових транспортних машин у найважчих умовах експлуатації.

Список використаних джерел

1. В. Биченков; В. Коцюруба; І. Власов. Journal of Scientific Papers “Social Development and Security”, 2021р.

2. Національний університет оборони України імені Івана Черняховського: «Метрологічне забезпечення озброєння та військової техніки на стадіях його життєвого циклу», 2021р.

3. Журнал «Військова думка»: Система діагностування озброєння та військової техніки за кордоном. В. П. Ковальов. 2020р.

4. Інтернет джерело: Верховна Рада України: Про затвердження «Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту». Посилання на джерело: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98#Text>

5. В. Д. Мигаль, Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія., Харків, 2018р.

Терещенко Олександр Петрович - к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Татуревич Катерина Миколаївна - студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Tereschenko Oleksandr - Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Taturevych Kateryna — student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

О. В. Борисенко

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ ЗМ-14 “КАЛИБР” У БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ

Анотація. У роботі розглядається можливість підвищення ефективності виявлення крилатих ракет (КР) у багатопозиційних радіолокаційних системах (БПРЛС) різних конфігурацій, які складаються з радіолокаційної станції (РЛС) метрового діапазону хвиль типу П-18 та радіопередавальних пристроїв ефірного цифрового телебачення (ЕЦТ) DVB-T2, які виступають у ролі додаткових джерел підсвічування цілі. Дослідження діаграм розсіювання (ДР) КР проводились шляхом математичного моделювання методом, заснованим на розв'язанні інтегрального рівняння магнітного поля та адаптованої до нього комп'ютерної моделі поверхні КР ЗМ-14 “Калибр”. Результати, які наводяться демонструють збільшення значень ефективної поверхні розсіювання (ЕПР) КР типу ЗМ-14 “Калибр” та зменшення кількості та рівня провалів у її сумарній ДР. Зазначені зміни призведуть до підвищення показників якості виявлення та супроводження КР у запропонованих БПРЛС. Реалізація розглянутих БПРЛС значно покращать їх перешкодозахищеність та скритність бойової роботи у порівнянні з моностатичною РЛС типу П-18.

Ключові слова: багатопозиційна радіолокаційна система, діаграма розсіювання, крилата ракета, математичне моделювання, DVB-T2.

Abstract. The paper considers the possibility of increasing the effectiveness of cruise missile detection in multisite radar systems of various configurations, which consist of a P-18 radar type and transmission stations of the terrestrial digital television network of Ukraine, which act as additional sources of target illumination. The study of the scattering diagrams of the cruise missile was carried out by means of mathematical modeling using the method based on the magnetic field integral equation solution, and the cruise missile ЗМ-14 "Kalibr" computer model adapted to used method. The presented results demonstrate an increase in the values of the radar cross-section of the cruise missile ЗМ-14 "Kalibr" and a decrease in the number and level of dips in its total scattering diagrams. The specified changes will lead to an increase in the quality indicators of the detection and tracking of cruise missile in the proposed multisite radar systems. The implementation of the proposed multisite radar systems will significantly improve their immunity to interference and the stealth of combat operations in comparison with the P-18 type monostatic radar.

Keywords: cruise missile, DVB-T2, mathematical modeling, multisite radar systems, scattering diagram.

Вступ

В умовах масового застосування країною агресором проти цивільної та військової інфраструктури України ракет різних типів та модифікацій у Збройних Силах України відчувається гостра нестача джерел радіолокаційної інформації (РЛС). Допомога країн партнерів та спроможності вітчизняного оборонно-промислового комплексу не здатні покривати поточні потреби у засобах радіолокації та їх втрати, які пов'язані з веденням бойових дій. В умовах, які склались виникає необхідність підвищення ефективності, перешкодозахищеності та скритності бойового застосування наявних зразків радіолокаційного озброєння.

Метою роботи є аналіз ефективності використання БПРЛС на базі РЛС П 18 (варіантах її модернізації) та джерел ЕЦТ DVB-T2 в якості станцій підсвічування для підвищення показників якості виявлення та супроводження КР ЗМ 14 “Калибр”.

Результати дослідження

З робіт [1; 2] відомо що з усього різноманіття джерел сигналів телекомунікаційних систем (сигнали радіомовлення, аналогове телебачення, стільникові системи зв'язку GSM, системи зв'язку 3G та 4G та цифрове телебачення) найбільш ефективною системою, з точки зору радіолокації (висока потужність та роздільна здатність сигналу, низький вплив погодних умов на поширення радіохвиль, спектр близький до прямокутного, шумоподібна структура сигналу) є система ЕЦТ DVB T2 [3]. До того ж територія України має доволі щільне покриття цими

сигналами (рисунок 1). Це створює умови для реалізації БПРЛС у якій цілі будуть додатково опромінюватись сигналами DVB T2 з різних ракурсів, що призведе до збільшення їх ЕПР (покарачить показники якості виявлення) та зменшить глибину та кількість провалів ДР (покарачить якість супроводження). Виходячи з інформації про покриття ЕЦТ DVB T2 найбільш ймовірною кількістю додаткових джерел підсвічування буде лише одна станція DVB T2, у деяких окремих випадках дві (рисунок 1).



Рис. 1. Карта покриття цифрового телебачення DVB-T2 в Україні

А з робіт [4-5] відомо, що при наближенні довжини хвилі опромінення до геометричних розмірів об'єкта опромінення та його окремих елементів (фюзеляж, крила, хвостове оперення, двигун тощо) її ЕПР значно збільшується (ефект резонансу), тож у якості основної станції у БПРЛС доцільно використовувати наявні РЛС метрового діапазону хвиль [6] (П-18 або варіанти її модернізації). Також виходячи з цього оптимальним діапазоном ЕЦТ DVB-T2 для додаткового підсвічування КР буде III частотний діапазон ($f=174-230$ МГц). У зв'язку з близькістю частот III діапазону DVB-T2 до робочого діапазону частот РЛС типу П-18, який складає $f=150-180$ МГц, радіоприймальний пристрій станції типу П-18 буде потребувати мінімального доопрацювання, у той час, як використання IV – ($470-582$) МГц та V – ($582-862$) МГц, частотних діапазонів DVB-T2 буде потребувати більш глибокого доопрацювання не тільки радіоприймального пристрою а й антено-фідерної системи. Також ЕПР КР у зазначених частотних діапазонах буде значно меншою ніж у III діапазоні [4-5].

Дослідженню підлягали 3 варіанти побудови БПРЛС: перший – БПРЛС складалась з однієї станції типу П-18, яка працювала у режимі радіомовчання (приховане спостереження) та одного радіопередавального пристрою DVB-T2 ; другий – склад БПРЛС ідентичний першому варіанту в якій РЛС працювала як на прийом так і на випромінювання; третій – БПРЛС містила РЛС типу П-18 та два радіопередавальних пристрої ЕЦТ DVB-T2. Дослідження ДР КР проводилось на двох ортогональних поляризаціях за допомогою електродинамічного методу, який базується на розв'язанні інтегрального рівняння магнітного поля другого роду [6; 7]. У якості цілі використовувалась модель поверхні російської КР ЗМ-14 “Калибр”. Детально процес розробки та адаптації моделі поверхні КР ” до електродинамічного методу описано у роботі [5].

Результатами досліджень підтверджено більшу ефективність використання радіосигналів (зондувальних та підсвічування) з горизонтальною поляризацією. Середні значення ЕПР КР на горизонтальній поляризації приблизно у 3 рази більші ніж на вертикальній.

Результати дослідження БПРЛС першої конфігурації демонструють потенційні можливості системи вести скрите спостереження за повітряною обстановкою, якість якої, в більшій мірі залежить від потужності радіопередавального пристрою ЕЦТ DVB-T2 та ракурсу цілі.

Дослідження ДР КР у БПРЛС другої конфігурації демонструє збільшення середньої ЕПР КР (у порівнянні з моностатичним прийомом) при різних ракурсах опромінення та прийому до 3 разів, що еквівалентно збільшенню дальності виявлення (відносно середньої дальності виявлення КР РЛС П-18) КР до 10 км. Також у сумарній ДР суттєво зменшилась кількість та рівень провалів, що свідчить про підвищення якості супроводження КР у запропонованій системі.

Результати отримані у БПРЛС третьої конфігурації демонструють суттєве збільшення середніх значень ЕПР КР (у порівнянні з моностатичним прийомом та результатами отриманими у попередніх конфігураціях БПРЛС), але при аналізі ДР встановлено, що основний внесок у сумарну діаграму вносить значення ЕПР у порівняно незначному діапазоні азимутів (близько 50 градусів), а у переважній більшості азимутів збільшення ЕПР не є суттєвим. Кількість та глибина провалів у ДР, у порівнянні з другою конфігурацією майже не змінилась.

Висновки

Результати досліджень підтверджують доцільність застосування БПРЛС, яка складається з РЛС типу П-18 та радіопередавальних пристроїв ЕЦТ DVB-T2 у порівнянні з моностатичною РЛС П-18. Завдяки опроміненню цілі з різних ракурсів у БПРЛС забезпечує кращі показники якості виявлення та супроводження КР.

Запропонована БПРЛС здатна здійснювати приховане спостереження за повітряними об'єктами (РЛС у режимі радіомовчання), чим забезпечується максимальна скритність та перешкодозахищеність її бойової роботи.

Зі збільшенням кількості додаткових джерел підсвічування ЕЦТ DVB-T2 у БПРЛС (більше однієї) ефективність системи знижується, а використання більш високочастотних діапазонів DVB-T2 вимагає встановлення на РЛС додаткових радіоприймальних пристроїв та антенно-фідерних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пасивні радіолокаційні системи виявлення малорозмірних повітряних об'єктів з використанням сигналів телекомунікаційних систем / Д. В. Шимонець та ін. Системи управління, навігації та зв'язку. 2017. № 4. С. 138-142.

2. Comparison of the parameters of signals with external illumination for supervision of the area for the protection of important state objects / S. Horielyshev et al. EUREKA: physics and engineering. 2021. No. 1. P. 14–23. URL: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001607> (date of access: 13.09.2024).

3. Карта покриття цифрового ефірного телевидення DVB-T2 в Україні. Інтернет-магазин SatMaster.com.ua - Продажа, монтаж, обслуговування Систем Спутникового ТВ, Спутникового обладнання, Кондиціонерів. URL: <http://89.184.83.10/category/karta-pokrytija/> (дата звернення: 03.09.2024).

4. Борисенко О. В. Характеристики вторинного випромінювання крилатих ракет ЗМ-14 “Калибр” та Х-101 у метровому діапазоні хвиль. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2024. № 1 (54). С. 78–86. <https://doi.org/10.30748/nitps.2024.54.09>

5. Сухаревський О. І., Василець В. О., Нечитайло С. В. Довідник характеристик розсіювання повітряних та наземних радіолокаційних об'єктів. Харків : ХНУПС, 2019. 304 с.

6. Sukharevsky, O., Zalevsky, G. and Vasilets, V. (2016), Modeling of Ultra wideband (UWB) Impulse Scattering by Aerial and Subsurface Resonant Objects Based on Integral Equation Solving, Advanced Ultra wideband Radar: Signals, Targets, and Applications, London, New York, J.D. Taylor ed. Boca Raton, pp. 195-235. <https://doi.org/10.1201/9781315374130>.

7. Вторинне випромінювання безпілотних літальних апаратів (математичне моделювання) : монографія / О.І Сухаревський та ін. ; за ред. О.І. Сухаревського. Харків : ХАІ, 2022. 270 с.

***Борисенко Олександр Васильович — ад'юнкт науково-організаційного відділу,
e-mail: a.v.borisenko1980@ukr.net Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0810-4616>***

***Oleksandr Borysenko — Post-Graduate of scientific and organizational department,
e-mail: a.v.borisenko1980@ukr.net Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force
University, Kharkiv
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0810-4616>***

М.С. Стечишин, О.В. Диха, Н.С. Машовець

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЗОТОВАНИХ В ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗБРОЇ

Анотація: представлені теоретичні та експериментальні дослідження процесів безводневого низькотемпературного азотування в тліючому розряді титанових сплавів. На основі фізики низькотемпературних газорозрядних процесів та енергетичної моделі азотування, аналізу відносних енергетичних факторів розроблена та експериментально доведена методика вибору оптимальних параметрів технологічного режиму безводневого азотування, що дозволяє забезпечити характеристики поверхневого зміценого азотуванням шару відповідно до екстремальних умов експлуатації робочих елементів зброї.

Ключові слова: титанові сплави, низькотемпературне азотування, фази

Annotation: Theoretical and experimental studies of the processes of anhydrous low-temperature nitriding in the glow discharge of titanium alloys are presented. Based on the physics of low-temperature gas-discharge processes and the energy model of nitriding, the analysis of relative energy factors, a technique for choosing the optimal parameters of the technological regime of anhydrous nitriding has been developed and experimentally proven, which allows to ensure the characteristics of the nitriding surface layer in accordance with the extreme conditions of operation of the working elements of weapons.

Keywords: titanium alloys, low-temperature nitriding, phases

Серед матеріалів сучасної техніки титан та його сплави займають важливе місце завдяки унікальним фізичним, хімічним та технологічним властивостям. Титан серед інших металів виділяється високою міцністю при кімнатній температурі та підвищених температурах, хорошою корозійною стійкістю та рядом інших цінних якостей, що і зумовило його дедалі більше застосування для виготовлення елементів зброї для ЗСУ. Таким чином, титанові сплави мають високу міцність і пластичність, малу густину, високу корозійну та ерозійну стійкість у морській воді, значну теплоємність і невелику теплопровідність та незначний коефіцієнт термічного розширення, низький модуль пружності. Так, промислові титанові сплави із $\sigma_b \approx 1000 \dots 1100$ МПа мають питому міцність у 1,7-1,8 разів більш високу, ніж сталі такої ж міцності [1].

По структурі титанові сплави розділяють на три групи: 1) однофазні α -сплави; 2) двофазні $\alpha+\beta$ -сплави; 3) однофазні β -сплави. Найбільше використання отримали α - та $\alpha+\beta$ сплави [1]. По міцності існуючі титанові сплави розділяють на сплави з низькою (BT1, BT1-0, BT1-00), середньою (OT4, AT3, BT5-1), підвищеною (BT5, BT6, AT6, BT20) і високою міцністю (BT3-1, BT8, BT9, BT22, BT18, BT14, BT16

На сьогоднішній день існує велика кількість методів зміцнення титану та сплавів на його основі, серед яких найбільш використовуються газове азотування, іонна імплантація, лазерне азотування, плазмове азотування, а також методи хімічного (CVD) та фізичного (PVD) осадження. Кожний метод має свої переваги та недоліки. Для інтенсифікації процесу поверхневого зміцнення титану та сплавів на його основі перспективним є метод іонного азотування (азотування в тліючому розряді). Основи теорії та практики безводневого азотування в тліючому розряді розроблені В.Г Каплуном та І.М Пастухом [1, 2].

При використанні високотемпературного азотування погіршуються механічні характеристики, зокрема пластичність, та утворюється крихкий азотований шар. Тому перевага надається низькотемпературному азотуванню.

Азотування із застосуванням тліючого розряду дозволяє знизити температуру обробки до 600°C [3]. У роботі [4] розглядається можливість іонного азотування відпалених α - і $(\alpha+\beta)$ -сплавів титану при температурах, що не перевищують температуру відпалу даного сплаву на 30...50°C, оскільки при цьому зберігаються їх механічні характеристики. Підвищення температури обробки вище цих значень приводить до помітного росту кристалів α - і β -фаз, а також до укрупнення виділень ϵ -фази у дифузійній зоні, що погіршує шорсткість поверхні і

призводить до більш інтенсивного зношування [3]. В роботах [3,4] представлено іонне азотування титану та сплавів на його основі шляхом інтенсифікації тліючим розрядом при низькій температурі. Таке азотування досить ефективно і показує значно кращу кінетику росту поверхневого шару порівняно з традиційним азотуванням у печах. Після азотування мікротвердість поверхні підвищується в 3 рази.

Для досліджень використовували ($\alpha+\beta$) сплави титану марки: VT3-1, VT6 та VT8, які мають широке застосування у промисловості. Хімічний склад цих сплавів приведено у табл. 1, механічні властивості титанових сплавів у табл. 2.

Табл. 1. Хімічний склад титанових сплавів

Сплав	Структура	Вміст елементів, мас.%					
		Al	Cr	Mo	Zr	Si	Fe
VT3-1	$\alpha+\beta$	5,5-7,0	0,8-2,3	2,0-3,0	0,5	0,1-0,4	0,5
VT6	$\alpha+\beta$	5,3-6,8	-	-	-	0,15	0,3
VT8	$\alpha+\beta$	5,8-7,0	-	3,5	0,5	0,3	0,3

Табл. 2. Механічні властивості титанових сплавів

Сплав	Межа текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа	Межа міцності, σ_B , МПа	Відносне видовження, δ_5 , %	Відносне звуження, ψ_5 , %	Ударна в'язкість K _{SU} , Дж/см ²
VT3-1	930	1030	10	25	30
VT6	1000-1050	1100-1150	14-16	30	34
VT8	960	1050-1250	8-12	25	40

Для модифікації поверхні титанових сплавів використовували низькотемпературне азотування в тліючому розряді в безводневому середовищі. Азотування проводилося на експериментальній установці “УАТР-1”, яка розроблена Подільським науковим фізико-технологічним центром (ПНФТЦ) в Хмельницькому національному університеті [1,2].

Для визначення якості поверхневого шару та структури внутрішніх шарів модифікованих титанових зразків, проводили мікроструктурний аналіз металів. У оптичному мікроскопі МІМ – 10 розглядали мікрошліфи, що мають шліфовану і поліровану гладку поверхню. Дослідження мікроструктури азотованих титанових сплавів проводили на „прямих” та „косих” шліфах. В даній роботі для рентгеноструктурних досліджень використовували ДРОН-3М. За допомогою рентгеноструктурного аналізу визначали фазовий та кількісний склад поверхневих шарів титанових сплавів після іонного азотування. Рентгеноструктурний аналіз проводився з автоматичним записом кривих розподілу інтенсивності дифракційних віддзеркалень в кобальтовому випромінненні. Оже-спектрометрія (ЕОС) виконана за допомогою серійного растрового електронного оже-спектрометра JAMP-10S (фірма JEOL, Японія).

Досліджено вплив параметрів безводневого азотування в тліючому розряді (БАТР) на формування модифікованих нітридних шарів. Прогнозування процесу формування нітридів в титанових сплавах при азотуванні в тліючому розряді виконано на основі теоретичних основ фізики процесу азотування та енергетичної моделі процесу, розроблених сумісно з І. М. Пастухом. Введено поняття відносних енергетичних факторів (ВЕФ), які характеризують як процеси утворення нітридів, дифузії азоту, так і розпорошення нітридів. Експериментально показано, що величина ВЕФ утворення нітридів і, відповідно, фізико-механічні характеристики поверхні можна змінювати в широких межах в залежності від технологічних параметрів процесу азотування. При певних технологічних режимах можна отримати екстремальні значення ВЕФ і, відповідно, мікротвердість та товщину нітридного шару. Таким чином, розроблені на основі енергетичної моделі теоретичні положення та система аналітичних показників цілком адекватно відображають процес формування модифікованих шарів на поверхні титанових сплавів внаслідок низькотемпературного БАТР.

Дослідження показали, що в залежності від технологічних параметрів азотування можна отримувати на поверхні фази TiN, Ti₂N і твердий розчин α -Ti(N). При температурі 540

°C і тиску 80 Па на поверхні утворюється більш пластична фаза Ti₂N і відсутня фаза TiN і лише з підвищенням температури на поверхні з'являється фаза TiN. В результаті цієї частини досліджень розроблена методика вибору оптимальних параметрів технологічного режиму БАТР, що дозволяє забезпечити оптимальні характеристики поверхневого зміщеного азотування шару відповідно до екстремальних умов експлуатації зброї ЗСУ.

Список використаних джерел

1. Каплун В. Г., Каплун В. Г. Ионное азотирование в безводородных средах : монография. Хмельницький: ХНУ, 2015. 315 с
2. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде. Харьков: Нац. научный центр «Харьковский физико-технический институт», 2006. 364 с.
3. Stechyshyna, N.M., Stechyshyn, M.S., Oleksandrenko, V.P. *et al.* Influence of the Power Parameters of Hydrogen-Free Nitriding in Glow Discharge on the Physicochemical Properties of 40Kh Steel. *Mater Sci* 57, 484–491 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11003-022-00569-y>
4. Пастух І. М. Прогнозування формування нітридів в титанових сплавах при азотуванні в тліючому розряді / І. М. Пастух, Н. С. Машовець // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 3. – Т. 2 (93). – С. 28–36.

Стечишин Мирослав Степанович - д-р техн. наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування та агроінженерії, e-mail: miro@gmail.com Хмельницький національний університет, м. Хмельницький

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5780-2790>

Хмельницький національний університет, Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016.

Духа Олександр Володимирович - д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства, e-mail: tribosenator@gmail.com Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, 29016

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3020-9625>

Хмельницький національний університет, Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016.

Машовець Наталія Сергіївна - канд.техн.наук, доцент кафедри архітектури та містобудування, mashovetsns@ukr.net Хмельницький національний університет, м. Хмельницький

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9181-5253>

Хмельницький національний університет, вул. Інститутська 11, м.Хмельницький, 29016

Stechyshyn Myroslav Stepanovych - Dr. Tech. Sciences, professor, professor of the Department of Industrial Mechanical Engineering and Agricultural Engineering, e-mail: miro@gmail.com Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5780-2790>

Khmelnytskyi National University, Instytutaska, 11, Khmelnytskyi, 29016.

Dykha Oleksandr Volodymyrovych - Dr. Tech. Sciences, professor, head of the department of tribology, automobiles and materials science, e-mail: tribosenator@gmail.com Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3020-9625>

Khmelnytskyi National University, Instytutaska, 11, Khmelnytskyi, 29016.

Mashovets Nataliya Serhiyivna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture and Urban Planning, mashovetsns@ukr.net Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9181-5253>

Khmelnytskyi National University, str. Instytutaska 11, Khmelnytskyi, 29016

А. П. Поляков, О. Б. Пилявець

ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ ЯМЗ-240 УДОСКОНАЛЕННЯМ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

Анотація: розглянуто методи покращення показників дизельного двигуна ЯМЗ-240 шляхом удосконалення системи живлення. Досліджено вплив модернізації паливної системи на підвищення ефективності роботи двигуна, покращення паливної економічності та екологічних показників. Представлено результати розрахунків і запропоновано рекомендації для практичного застосування модернізованої системи живлення.

Ключові слова: система живлення, шкідливі викиди, модернізація, дизельний двигун

Abstract: The methods for improving the performance of the YAMZ-240 diesel engine through enhancements to the fuel system have been examined. The impact of upgrading the fuel system on increasing engine efficiency, improving fuel economy, and enhancing environmental performance has been investigated. The results of the calculations are presented, along with recommendations for the practical application of the upgraded fuel system.

Keywords: power system, harmful emissions, modernization, diesel engine

Вступ

Основною перевагою дизелів засобів рухомості, особливо з газотурбінним наддувом та проміжним охолодженням повітря, на сьогодні є краща економічність і менша сумарна токсичність викидів відпрацьованих газів. У порівнянні з бензиновими двигунами витрата палива дизельними установками на 25...30 % менша. Однак, у дизелів є суттєвий недолік - схильність до підвищеної димності відпрацьованих газів. Підвищення димності є першою ознакою погіршення паливної економічності дизелів.

Коректування паливоподачі пневматичними обмежувачами димності та протидимними негативними коректорами повністю не вирішують проблеми понаднормової димності відпрацьованих газів дизелів. Подальші пошуки шляхів раціонального негативного коректування підводять до створення систем автоматичного регулювання паливоподачі дизелів по прямому якісному параметру - за величиною оптичної густини відпрацьованих газів.

Результати дослідження

В якості об'єкта дослідження обрано дизель ЯМЗ-240. Тиск та температура повітря в циліндрах дизеля відповідають показникам базового дизеля ЯМЗ-240.

Таблиця 1 - Технічні характеристики дизеля ЯМЗ-240

Параметр	Чисельне значення
Максимальна потужність при частоті обертання колінчастого валу 2100 хв ⁻¹ , кВт	330
Максимальний тиск впорскування палива, бар	265
Максимальний крутний момент при частоті обертання колінчастого валу 1500 хв ⁻¹ , Н*м	1500
Питома ефективна витрата палива, г/(кВт*год)	229
Конфігурація	V-подібний

Результати розрахункового дослідження впливу на показники дизеля ЯМЗ-240 зміни максимального тиску впорскування палива в циліндри двигуна наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати дослідження впливу тиску впорскування палива на показники дизеля ЯМЗ-240

Тиск впорскування	Потужність, кВт	Питома ефективна витрата палива,	Емісія оксиду азоту NOx,	Комплекс сумарної емісії окислів азоту NOx та твердих
-------------------	-----------------	----------------------------------	--------------------------	-------------------------------------------------------

палива, бар		г/кВт*год	г/(кВт*год)	часток С, г/(кВт*год)
235	327,23	0,22980	6,4099	1,2101
250	327,60	0,22951	6,5202	1,2069
265	329,96	0,22883	6,6630	1,2045
280	395,75	0,21619	10,574	1,5453
295	391,05	0,21904	8,1074	1,2961

Розглянемо вплив тиску впорскування палива на номінальну потужність дизеля ЯМЗ-240

Величина базового значення тиску впорскування палива складає 265 бар, при такому значенні тиску номінальна потужність двигуна складає 330 кВт. Збільшення тиску впорскування палива до 280 бар призводить до підвищення номінальної потужності двигуна до 395 кВт (на 19,7%), подальше збільшення величини тиску призводить до зменшення номінальної потужності.

Підвищення потужності двигуна можливо пояснити збільшенням далекобійності паливного струменя, що обумовлює утворення плівки палива на стінках циліндрів двигуна, температура яких значно вище температури повітря в циліндрах наприкінці такту стиснення. Тому паливо випаровується краще, якість процесу сумішоутворення вище, тому і згорання палива відбувається біля верхньої мертвої крапки. Але необхідно відмітити, що підвищення тиску впорскування палива викликає значне навантаження на деталі паливної апаратури, в першу чергу паливного насоса високого тиску. Подальше збільшення тиску призводить к тому, що на стінки циліндрів попадає значна кількість палива, яке не встигає випаритися, процес сумішоутворення погіршується і, як наслідок, відбувається падіння значення номінальної потужності.

Зменшення величини тиску впорскування палива від 260 бар до 235 бар призводить до незначного зменшення номінальної потужності двигуна до 327 кВт (на 1%). Це може бути обумовлено тим, що довжина струменю палива декілька зменшується, процес випаровування палива погіршується і, як наслідок, відбувається падіння потужності.

Розглянемо вплив зміни величини впорскування палива на максимальний обертальний момент двигуна. Виходячи з пояснень, які були надані вище, можливо відмітити, що збільшення тиску впорскування палива спочатку призводить до збільшення максимального крутного моменту з 1500 Н*м до 1800 Н*м, а потім його зменшення до 1778 Н*М. Зменшення значення тиску впорскування палива призводить до зменшення максимального значення крутного моменту двигуна до 1488 Н*М.

Як відмічалось раніше зміна величини тиску впорскування палива змінює час впорскування палива, це може призвести також до зміни далекобійності струменя та кута його розкриття.

Все це впливає на показники економічності дизеля. Збільшення величини тиску впорскування палива призводить до покращення паливної економічності двигуна, питома ефективна витрата палива зменшується з 229 до 216 г/(кВт*год) (на 5,7%), подальше збільшення величини тиску призводить до незначного погіршення паливної економічності – питома ефективна витрата палива збільшується до 219 г/(кВт*год).

Розглянемо вплив на екологічні показники зміни тиску впорскування палива:

- збільшення тиску впорскування палива до 280 бар призводить до зменшення викидів твердих часток у відпрацьованих газах з 0,075 до 0,01 г/(кВт*год) (майже у 7,5 разів), подальше збільшення величини тиску призводить до значного збільшення викидів твердих часток до 0,04 г/(кВт*год) (майже в 4 рази);

- збільшення величини тиску впорскування палива призводить спочатку до зменшення емісії діоксиду вуглецю CO₂ до 697 г/(кВт*год), а потім до незначного збільшення до 704 г/(кВт*год), на 2% та 1% відповідно;

- збільшення величини тиску впорскування палива до 280 бар призводить до збільшення емісії оксиду азоту NO_x до 10,6 г/(кВт*год) (більше ніж у 1,5 рази), подальше збільшення величини впорскування палива призводить до зменшення кількості окислів азоту до 8,11 г/(кВт*год);

- збільшення величини тиску впорскування палива з 265 до 280 бар призводить до збільшення викидів з відпрацьованими газами з 1,2045 до 1,5453 г/(кВт*год) (на 28,3%), подальше збільшення величини впорскування палива призводить до зменшення викидів до 1,2961 г/(кВт*год) 19,2%).

Висновок

Дослідження показало, що оптимізація тиску впорскування пального в дизелі ЯМЗ-240 має значний вплив на його продуктивність, економічність та екологічні показники. Зокрема, збільшення тиску до 280 бар сприяло підвищенню номінальної потужності на 19,7% та зменшенню питомої витрати пального на 5,7%. Однак подальше збільшення тиску призводить до погіршення показників, зокрема, до зростання димності і викидів оксиду азоту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

2. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання: навчальний посібник. / В.Ф. Шапко. – Харків: Точка, 2014. – 148 с.

Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Пилявець Олександр Богданович— студент групи 1АТ-24мс2 кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sasapilya63@gmail.com

Polyakov Andrey P. — doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Pyliavets Oleksandr B. — student of group 1AT-24ms2, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sasapilya63@gmail.com

Л. В. Мороз, В. Д. Антонов**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ РЕГУЛЯТОРА ДВИГУНА НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

Анотація: у даній роботі досліджується вплив типу регулятора на техніко-економічні показники вантажного автомобіля МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236. Проведено розрахункові дослідження для визначення ефективності різних типів регуляторів. Результати досліджень показали, що вибір типу регулятора має значний вплив на продуктивність, економічність та екологічні показники автомобіля. У висновках підведено підсумки дослідження та запропоновано рекомендації щодо оптимізації роботи вантажного автомобіля.

Ключові слова: Вантажний автомобіль, регулятор, техніко-економічні показники, дизель, МАЗ-5335, ЯМЗ-236, розрахункові дослідження.

Abstracts: This paper investigates the influence of the regulator type on the technical and economic performance of the MAZ-5335 truck with the YAMZ-236 diesel engine. Computational studies were conducted to determine the effectiveness of different types of regulators. The results of the research have shown that the choice of the type of regulator has a significant impact on the productivity, efficiency, and environmental performance of the vehicle. The conclusions summarize the results of the study and propose recommendations for optimizing the operation of the truck.

Keywords: Truck, regulator, technical and economic indicators, diesel engine, MAZ-5335, YAMZ-236, calculation studies.

Вступ

Сучасний світ неможливо уявити без транспортних засобів, які виконують ключову роль у забезпечення переміщення людей та вантажів. Різноманіття транспортних засобів та їх специфікація дозволить задовольнити різноманітні потреби економіки, а також індивідуальні вимоги споживачів. У зв'язку з постійним зростанням обсягів перевезень, ефективність роботи транспортних засобів, зокрема вантажних автомобілів, стає критично важливою.

Транспортні засоби є найбільш масовим видом техніки, які широко використовуються не тільки як засоби доставки технічних вантажів і перевезення людей, але й як база для монтажу спеціального устаткування. До транспортних засобів відносяться автомобілі, багатівісні важкі колісні тягачі, транспортери-тягачі та транспортери, трактори для буксирування техніки та виконання допоміжних робіт, причепа та напівпричепа, рухомі засоби технічного обслуговування, ремонту та евакуації автомобільної техніки, автомобільні кузови-фургони на шасі автомобільної техніки, жилі кузови-контейнери змінного та постійного об'ємів, спеціальні колісні машини, автомобільні базові машини, автомобільні машини.

За призначенням транспортні засоби діляться на групи експлуатації: спеціальну, транспортну та учбову. До групи спеціальних машин відносяться машини, призначені для перевезення людей, технічного майна та інших матеріальних засобів, для буксирування та обслуговування літальних апаратів, евакуації техніки, а також машини зі штатним устаткуванням і технікою інженерних, дорожніх, трубопровідних та інших організацій. До групи транспортних відносяться машини, призначені для повсякденного забезпечення службової діяльності посадових осіб, господарського, культурно-побутового, медичного та іншого обслуговування організацій. До групи учбових відносяться машини, призначені для навчання молодих водіїв практичному водінню та застосуванню спеціального устаткування, змонтованому на машинах.

Дизельні двигуни, які використовуються в сучасних вантажних автомобілях, демонструють високу ефективність та надійність. Однак для досягнення максимальних техніко-економічних показників важливу роль відіграє правильний вибір регулятора частоти обертання. Тип регулятора, застосовується в дизельних двигунах, суттєво впливає на їх економічність, потужність та динаміку роботи.

Розглядається вплив типу регулятора двигуна на техніко-економічні показники вантажних автомобілів. Основна мета дослідження полягає в аналізі та порівнянні ефективності дворегіжних та всережіжних регуляторів на прикладі вантажного автомобіля МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236.

Результати дослідження

Дослідження передбачає детальний аналіз характеристик, що визначають продуктивність та економічність роботи транспортного засобу в умовах сучасного ринку. Вивчення цього питання є актуальним у зв'язку з постійним удосконаленням технологій та зростаючими вимогами до економії пального, зменшення викидів забруднюючих речовин та покращення загальної ефективності перевезень.

У результаті проведеного аналізу сформульовано рекомендації щодо вибору оптимального типу регулятора для дизельних двигунів вантажних автомобілів, що дозволить підвищити їх техніко-економічні показники та забезпечити конкурентоспроможність на ринку.

Для дослідження впливу типу регулятора на техніко-економічні показники вантажного автомобіля в роботі використані наступні об'єкти. Як об'єкт дослідження прийнято вантажний автомобіль МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236. Дизель ЯМЗ-236 V-образний, уніфікований, без наддуву, 6-циліндровий, номінальна потужність 125 кВт при 2100 об/хв. На двигун встановлюється паливний насос високого тиску ЯЗТА-236 зі всережимним механічним регулятором частоти обертання та автоматичною відцентровою муфтою випередження вприскування. Це рядний 6-ти секційний ПНВТ.

Як система, що забезпечує дворезимне регулювання частоти обертання колінчастого валу дизеля, прийнято рядний ПНВТ моделі 635, розроблений для автомобільних 4-х та 6-циліндрових дизелів. Автомобільні модифікації цих дизелів отримали позначення Д-6112 та СМД-23.07. Всережимні регулятори встановлюються на дизелях великовантажних спеціальних машин і транспортних засобів, особливо використовуваних у важких дорожніх умовах.

Максимальний запас обертового моменту дизеля ЯМЗ-236 без позитивного коректора становить 6,8%, що є недостатнім для автомобільного дизеля, через обмеження димності вихлопних газів. Використання дворезимного регулятора з позитивним коректором дозволяє збільшити запас обертового моменту до 10,5%, проте це призводить до перевищення допустимого рівня димності при частотах обертання 1300-1850 хв-1. Таким чином, компроміс між збільшенням обертового моменту та обмеженням димності залишається основною задачею в оптимізації паливоподачі для дизелів.

У всережимних регуляторах зв'язок між рейкою ПНВТ і важелем управління здійснюється через пружину регулятора, тому при змінах швидкісних режимів навантажень в регуляторі виникають перехідні процеси з короткочасним запізненням рейки, що приводить до підвищення експлуатаційної витрати пального. У дворезимних регуляторах водій практично безпосередньо впливає на рейку ПНВТ, тому затримки немає або вона значно менша, ніж у всережимного регулятора.

Розгони транспортного засобу з місця з перемиканням передач від нижчої до вищої до досягнення максимальної швидкості відносяться до складних умов його руху і тому широко застосовуються для оцінки тягово-динамічних, паливно-економічних і екологічних характеристик і для порівняння між собою різних транспортних засобів за цими показниками.

Прийнято, що транспортний засіб з повним вантажем розганяється на рівній горизонтальній дорозі з асфальтобетонним покриттям.

Порівняння проводилося за такими показниками:

- тривалість розгону з місця з перемиканням передач до досягнення максимальної швидкості;
- шлях, пройдений за період розгону;
- витрата палива за період розгону;
- викид дисперсних частинок з відпрацьованими газами за період розгону.

Результати розрахункового дослідження наведено в табл. 1.

Розглянемо вплив типу регулятора на техніко-економічні та екологічні показники розгону автомобіля МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236. Автомобіль МАЗ-5335 повною масою 14725 кг розігнався до максимальної швидкості 85,14 км/год при всережимном регулюванні частоти обертання дизеля за 351,97 с, що на 11% більше у порівнянні з часом розгону автомобіля з 2-режимним регулюванням частоти обертання дизеля, при цьому шлях, пройдений автомобілем на 16% більше та складає 4502,12 м.

Таблиця 1 – Показники автомобіля МАЗ-5335 при розгонах до максимальної швидкості за розрахунками на математичній моделі

Показники	Тип регулятора		Відношення показників розгону залежно від типу регулятора
	всережимний	2-режимний	
Максимальна швидкість транспортного засобу, км/год	85,14	85,14	1,00
Час розгона, с	351,97	312,00	0,89
Шлях, пройдений за час розгону, м	4502,12	3777,60	0,84
Витрата дизельного палива за час розгону, г	1886,72	1622,58	0,86
Выброс дисперсних часток за время розгона, г	4,46	4,98	1,12

За час розгону витрачено 1886,72 г дизельного палива при розгоні автомобіля при всережимном регулюванні частоти обертання дизеля, що на 14% більше, чем при розгоні автомобіля з 2-режимним регулюванням частоти обертання двигелем.

Димність ВГ різко зростає в початковій періоді натиснення на педаль управління регулятором при розгонах на кожній передачі, а потім декілька зменшується (див. рис. 3.7). При частотах обертання дизеля від 1300...1850 хв⁻¹ димність перевищує гранично допустиме по ДСТУ 17.2.2.01-84 значення Кдоп. Максимальне її значення складає 68% при розгоні на всіх передачах.

Таке велике значення димності К привело до того, що сумарний викид дисперсних частинок за час розгону склав 4,98 г, це на 12% більше, ніж при розгоні автомобіля МАЗ-5335 з всережимним регулюванням частоти обертання дизелем.

Таким чином, результати розрахункових досліджень показали, що при дворезимном регулюванні частоти обертання дизеля динамічні та економічні показники автомобіля МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236 краще на 11 та 16%, відповідно. Екологічні показники гірше на 12%.

При русі автомобіля з постійною швидкістю тип регулятора на динамічні, економічні та екологічні показники не впливає.

При транспортування вантажів в межах міста при частих змінах умов руху автомобіля краще застосовувати дворезимне регулювання частоти обертання дизеля. При транспортуванні вантажів за межами міста, краще застосовувати всережимне регулювання частоти обертання дизеля, тому що це дозволяє підтримувати постійну швидкість руху при незначній зміні опору руху без зміни водієм положення педалі керування без погіршення динамічних, економічних і екологічних показників автомобіля.

Висновок

У процесі дослідження впливу типів регуляторів на техніко-економічні показники вантажних автомобілів було з'ясовано, що вибір регулятора частоти обертання значно впливає на ефективність роботи дизельних двигунів. Аналіз, проведений на прикладі вантажного автомобіля МАЗ-5335 з дизелем ЯМЗ-236, продемонстрував, що дворезимні та всережимні регулятори мають свої переваги та недоліки в залежності від умов експлуатації.

Дослідження показали, що системи живлення і регулювання дизелів зі всережимними та дворезимними регуляторами забезпечують відповідні швидкісні характеристики. Під час розгону автомобіля МАЗ-5335 всережимне регулювання збільшує час розгону на 11% і довжину пройденого шляху на 16% порівняно з дворезимним регулюванням, але зменшує викид дисперсних часток на 12%. При постійній швидкості тип регулятора не впливає на показники. Для міських перевезень перевагу слід надавати дворезимному регулятору, а для міжміських — всережимному, що дозволяє підтримувати стабільну швидкість без зниження ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

2. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: навчальний посібник. / В.Ф. Шапко. – Харків: Точка, 2014. – 148 с.

Мороз Лариса Василівна — ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Антонов Вадим Дмитрович — студент групи 1АТ-24мс2, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, g-mail: vdimantonov972@gmail.com

Moroz Larysa V. — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Antonov Vadym D. — student of group 1AT-24ms2, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vdimantonov972@gmail.com

Л. В. Мороз, Р. В. Грига

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ-6322 УДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ ДВИГУНА

Анотація: досліджено вплив зміни типу камери згорання на техніко-економічні показники двигуна ЯМЗ-238ДЕ2. Розрахункове дослідження проведено за допомогою програми Дизель-РК. Досліджувався вплив на показники двигуна типу камер згорання дизелів ЯМЗ, ЗМЗ-514 та Ран.

Ключові слова: камера згорання, зміна характеристик, техніко-економічні показники.

Abstract: Study of the effect of changing the type of combustion chamber on the technical and economic indicators of the YaMZ-238DE2 engine. The computational study was carried out using the Diesel-RK program. The effect on engine parameters of combustion chambers of YaMZ, ZMZ-514 and Ran diesel engines was investigated.

Keywords: combustion chamber, change of characteristics, technical and economic indicators.

Вступ

На технічні та економічні показники дизельного двигуна значний вплив має якість процесу сумішоутворення. Вплив на якість сумішоутворення здійснюють тиск при якому паливо впорскується в циліндри дизеля наприкінці такту стиску, геометричні розміри та форма соплових отворів, швидкість та напрями руху повітряного потоку, температура та тиск повітряного заряду наприкінці такту стиснення, кількість соплових отворів в форсунках, діаметр соплових отворів, тип камери згорання

Результати дослідження

Метою дослідження є визначення впливу на техніко-економічні показники автомобіля КРАЗ-6322 покращення конструкції двигуна ЯМЗ-238ДЕ2. Об'єкт дослідження двигуном ЯМЗ-238ДЕ2.

У завдання дослідження входила розробка рекомендацій щодо обґрунтування доцільності застосування певного типу камери згорання для покращення техніко-економічних показників дизелів ЯМЗ-238ДЕ2. Дослідження проведено за допомогою розрахункової програми «Дизель-РК». Вихідні дані для проведення розрахунків відповідають конструктивним даним базового дизеля ЯМЗ-238ДЕ2.

Для проведення дослідження було обрано три типи камер згорання: тип 1 – двигуна ЯМЗ ($V_{кк} = 93,19 \text{ см}^3$; $V_{кк}/V_c = 0,7773$); тип 2 – ЗМЗ-514 ($V_{кк} = 84,23 \text{ см}^3$; $V_{кк}/V_c = 0,7026$; тип 3 – Пан ($V_{кк} = 87,04 \text{ см}^3$; $V_{кк}/V_c = 0,7261$) (рис. 1).

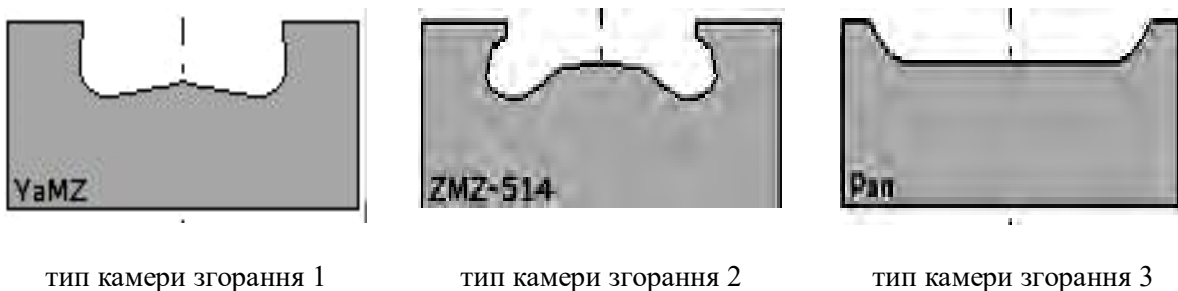
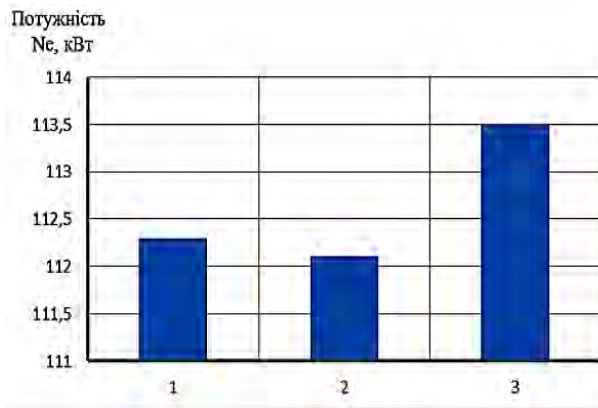
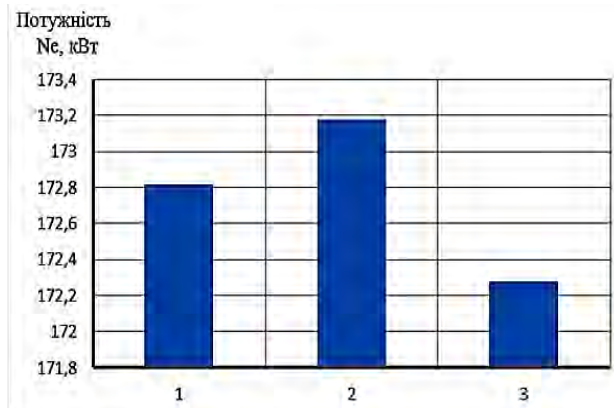


Рисунок 1 - Типи камери згорання, які використовувались для дослідження їх впливу на показники дизеля ЯМЗ-238ДЕ2

Розглянемо вплив типу камери згорання на номінальну потужність дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 на режимі максимального крутного моменту при частоті обертання колінчастого валу $n=1350 \text{ хв}^{-1}$ (рис.2 а) та на номінальному режимі при частоті обертання колінчастого валу $n=2100 \text{ хв}^{-1}$ (рис.2 б).



а



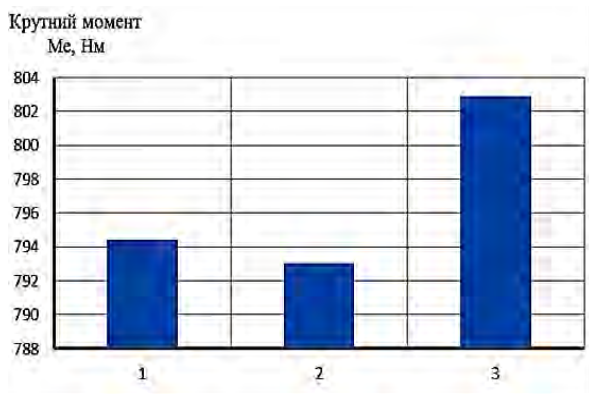
б

а - при частоті обертання колінчастого валу $n=1350 \text{ хв}^{-1}$;
 б - при частоті обертання колінчастого валу $n=2100 \text{ хв}^{-1}$

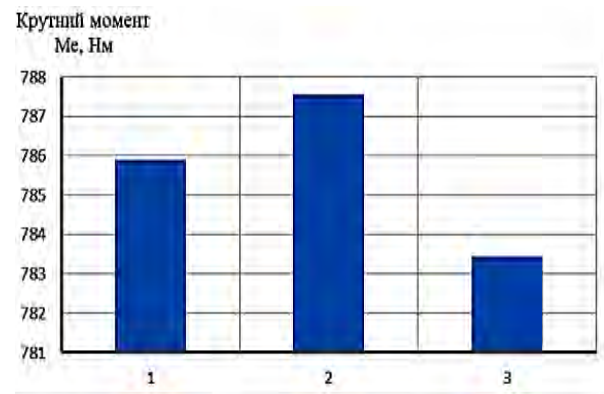
Рисунок 2 – Залежність ефективної потужності N_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 від типу камери згорання

Ефективна потужність N_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 з камерою згорання ЯМЗ на режимі максимального крутного моменту складає 112,30 кВт, на номінальному режимі – 172,82 кВт. При застосуванні камери згорання типу ЗМЗ-514 потужність двигуна складає 112,11 та 173,18 кВт, відповідно, тобто зміна типу камери згорання ЯМЗ на ЗМЗ-514 практично не впливає на потужність двигуна. Використання камери згорання Пан забезпечує потужність двигуна на режимі максимального крутного моменту дещо вищу ніж у інших камер згорання та складає 113,5 кВт, потужність двигуна на режимі номінальної потужності незначно нижча – 172,28 кВт. Можливо зробити загальний висновок, що тип камери згорання практично не впливає на потужність двигуна.

Розглянемо вплив типу камери згорання на крутний момент дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 на режимі максимального крутного моменту при частоті обертання колінчастого валу $n=1350 \text{ хв}^{-1}$ (рис.3 а) та на номінальному режимі при частоті обертання колінчастого валу $n=2100 \text{ хв}^{-1}$ (рис.3 б).



а



б

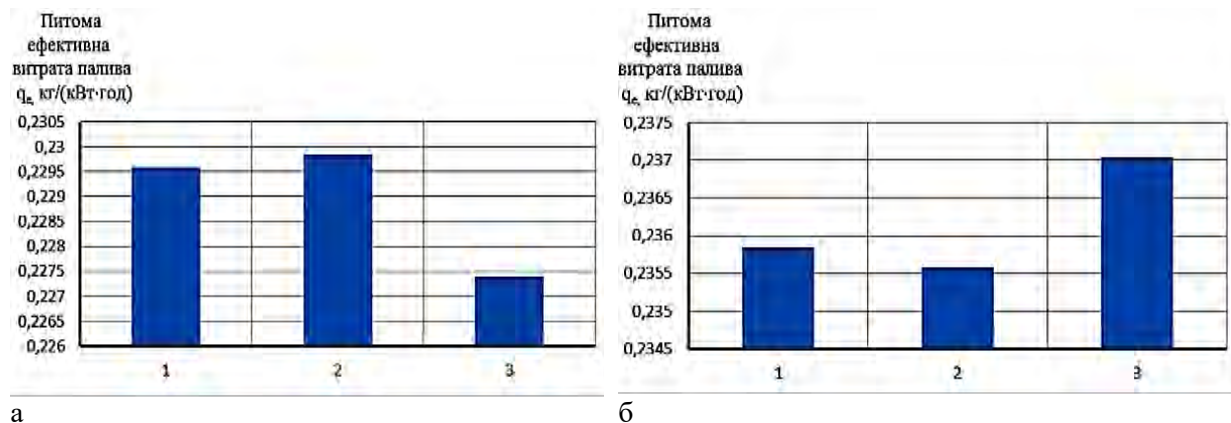
а - при частоті обертання колінчастого валу $n=1350 \text{ хв}^{-1}$;
 б - при частоті обертання колінчастого валу $n=2100 \text{ хв}^{-1}$

Рисунок 3 – Залежність крутного моменту M_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 від типу камери згорання

Крутний момент M_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 з камерою згорання ЯМЗ на режимі максимального крутного моменту складає 794,43 Н·м, на номінальному режимі – 785,91 Н·м. При застосуванні камери згорання типу ЗМЗ-514 крутний момент двигуна складає 793,05 та 787,57 Н·м, відповідно, тобто зміна типу камери згорання ЯМЗ на ЗМЗ-514 практично не впливає на крутний момент двигуна. Використання камери згорання Пан забезпечує крутний

момент двигуна на режимі максимального крутного моменту дещо вищий ніж у інших камер згорання та складає 802,93 Н·м, крутний момент двигуна на режимі номінальної потужності незначно нижчий – 783,45 Н·м. Можливо зробити загальний висновок, що тип камери згорання практично не впливає на крутний момент двигуна, але запас крутного моменту більше при застосування камери згорання типу Пан.

Розглянемо вплив типу камери згорання на питому ефективну витрату палива g_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 на режимі максимального крутного моменту при частоті обертання колінчастого валу $n=1350 \text{ хв}^{-1}$ (рис. 4 а) та на номінальному режимі при частоті обертання колінчастого валу $n=2100 \text{ хв}^{-1}$ (рис. 4 б).



а - при частоті обертання колінчастого валу $n=1350 \text{ хв}^{-1}$;
б - при частоті обертання колінчастого валу $n=2100 \text{ хв}^{-1}$

Рисунок 4 – Залежність питомої ефективної витрати палива g_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 від типу камери згорання

Питома ефективна витрата палива g_e дизеля ЯМЗ-238ДЕ2 з камерою згорання ЯМЗ на режимі максимального крутного моменту складає 229,58 г/(кВт·год), на номінальному режимі – 235,85 г/(кВт·год). При застосуванні камери згорання типу ЗМЗ-514 питома ефективна витрата палива g_e двигуна складає 229,86 та 235,59 г/(кВт·год), відповідно, тобто зміна типу камери згорання ЯМЗ на ЗМЗ-514 практично не впливає на питому ефективну витрату палива g_e двигуна. Використання камери згорання Пан забезпечує питому ефективну витрату палива g_e двигуна на режимі максимального крутного моменту дещо нижчу ніж у інших камер згорання та складає 227,40 г/(кВт·год), крутний момент двигуна на режимі номінальної потужності незначно нижча – 237,04 г/(кВт·год). Можливо зробити висновок, що при застосуванні камери згорання типу Пан економічні показники двигуна дещо покращуються.

Висновок

Виходячи з усього вище сказаного можна зробити висновок що найкращим варіантом камери згорання для двигуна ЯМЗ-238ДЕ2 є камера згорання типу Пан. При застосуванні цієї камери були покращенні такі показники як паливна економічність та запас крутного моменту.

Таким чином, застосування камери типу Пан дозволяє покращити техніко-економічні показники двигуна ЯМЗ-238ДЕ2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011.
2. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневіх двигунів внутрішнього згорання: навчальний посібник. / В.Ф. Шапко. – Харків: Точка, 2014.

Мороз Лариса Василівна — ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Грига Роман Валентинович — студент групи 1АТ-24мс2, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, g-mail: romagrifa94@gmail.com

Moroz Larysa V. — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Gryga Roman V. — student of group 1АТ-24мс2, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romagrifa94@gmail.com

А. П. Поляков, Д. В. Ячиченко

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
ПЕРЕВЕДЕННЯ ДИЗЕЛІВ НА РОБОТУ НА БІОДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ**

Анотація: *переведення дизельних двигунів на біодизельне паливо є важливим кроком для зменшення викидів і залежності від викопних ресурсів. Дослідження автомобіля КрАЗ-65053 з двигуном ЯМЗ-238ДЕ, переобладнаним для біодизелю, показало, що для досягнення аналогічних характеристик потрібно збільшити подачу пального на 14% і витрату на 17%. ККД переобладнаного двигуна знизився до 37,2%.*

Використання біодизелю зменшує викиди твердих часток та чадного газу, але збільшує викиди NOx на 50%. Час і шлях розгону автомобіля збільшилися на 6,9–17,2% та 7,1–17,1% відповідно. Необхідні додаткові дослідження для оптимізації використання біопального.

Ключові слова: *біодизельне паливо, зменшення шкідливих викидів, екологічна стійкість, викиди CO₂, відновлюваний ресурс, адаптація двигунів.*

Abstract: *Converting diesel engines to biodiesel is an important step in reducing emissions and dependence on fossil resources. A study of the KrAZ-65053 car with a YaMZ-238DE engine, converted for biodiesel, showed that to achieve similar characteristics, it is necessary to increase fuel supply by 14% and consumption by 17%. The efficiency of the converted engine decreased to 37.2%.*

Using biodiesel reduces emissions of particulate matter and carbon monoxide, but increases NOx emissions by 50%. The car's acceleration time and distance increased by 6.9–17.2% and 7.1–17.1%, respectively. Additional research is needed to optimize the use of biofuel.

Key words: *biodiesel fuel, reduction of harmful emissions, environmental sustainability, CO₂ emissions, renewable resource, engine adaptation.*

Вступ

Переведення дизельних двигунів транспортних засобів на біодизельне паливо є актуальним через необхідність зменшення шкідливих викидів та залежності від викопних видів палива. Використання біодизелю сприяє екологічній стійкості, покращенню якості повітря та зменшенню викидів CO₂. Крім того, біодизель є відновлюваним ресурсом, що може стимулювати розвиток аграрного сектора для виробництва сировини. Проте важливо враховувати технічні вимоги для адаптації двигунів та можливі економічні виклики при масовому впровадженні цієї альтернативи.

Біодизельне паливо можна використовувати в будь-яких дизельних двигунах (вихрокамерних і передкамерних, а також із безпосереднім упорскуванням) як самостійно (в адаптованих двигунах), так і в суміші з дизельним паливом без змін у конструкції двигуна.

Але використання біодизельного палива на дизелях змінюють їх характеристики, тому доцільно провести дослідження впливу на техніко-економічні показники транспортних засобів переведення їх дизелів на роботу на біодизельне паливо.

Результати дослідження

В якості об'єкта дослідження прийнято автомобіль КрАЗ-65053 з базовим двигуном ЯМЗ-238ДЕ2 та переобладнаний на біодизельне паливо двигун ЯМЗ-238ДЕ2Б.

В розрахунках прийнято що автомобіль повною масою 28000 кг розганявся по рівній, горизонтальній дорозі з сухим асфальтобетонним покриттям. Приймаємо, що розгін здійснювався при повній подачі палива з перемиканням передач.

Розглянемо, як змінюються техніко-економічні та екологічні показники автомобіля КрАЗ-65053 при переведенні двигуна ЯМЗ-238ДЕ на роботу на біодизельне паливо.

Переобладнання двигуна на роботу на біодизельне паливо показує що для забезпечення необхідних показників тягово-швидкісних характеристик транспортного засобу необхідно збільшити циклову подачу палива на 14% порівняно із базовим двигуном. Щоб забезпечити

необхідну потужність двигуна питома витрата біодизельного палива має зрости на 17%. Необхідно зазначити, що ККД переобладнаного двигуна складає 37,2%, а ККД базового двигуна дорівнює 40,6%. Зміна ККД пов'язана зі зменшенням ряду показників, а саме: максимальний тиск циклу зменшився із 124,18 бар до 116,31 бар, а максимальна температура циклу зменшилась із 1843,7 до 1717,0 К. Показники процесу згорання палив наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Порівняння процесу згорання палива

Показники, які впливають на згорання палива	Значення, що відповідають базовому двигуну	Значення, що відповідають переобладнаному двигуну
Максимальний тиск вприску, Па	1667,3	1792,8
Середній діаметр крапель, мкм	11,979	13,668
Кут випередження вприску, град. до ВМТ	20	20
Тривалість подачі палива, град	37,9	40,7
Період затримки самозаймання, град	9,58	2,07
Частка палива випаруваного за період затримки самозаймання	0,007	0,139
Тривалість згорання, град п.к.в.	90	155,2

Зміни та регулювання паливної апаратури, що впливають на згорання палива викликані відмінністю фізико-хімічних характеристик дизельного та біодизельного палив.

Використання біодизельного палива знижує викиди шкідливих речовин в дизелях при його згоранні. Кількість викидів твердих часток зменшується на 20-25%, чадного газу - на 10-12%, сірки - на 98%, а сажі - від 50 до 61%, зменшується емісія диму по шкалі Бош у 2,8 рази. Однак, при використанні біодизельного палива підвищується кількість викидів оксидів азоту (NOx) на 50%.

Як видно з розрахунків для отримання від двигуна одних і тих же тягово-швидкісних характеристик біодизельного палива споживається на 17% більше ніж дизельного палива, однак його собівартість майже на 20% менша.

Для оцінки впливу на техніко-економічні та екологічні показники автомобіля переведення двигуна на роботу на біодизельне паливо на першому етапі проаналізуємо зовнішні швидкісні характеристики дизеля, які наведені на рис. 1, А

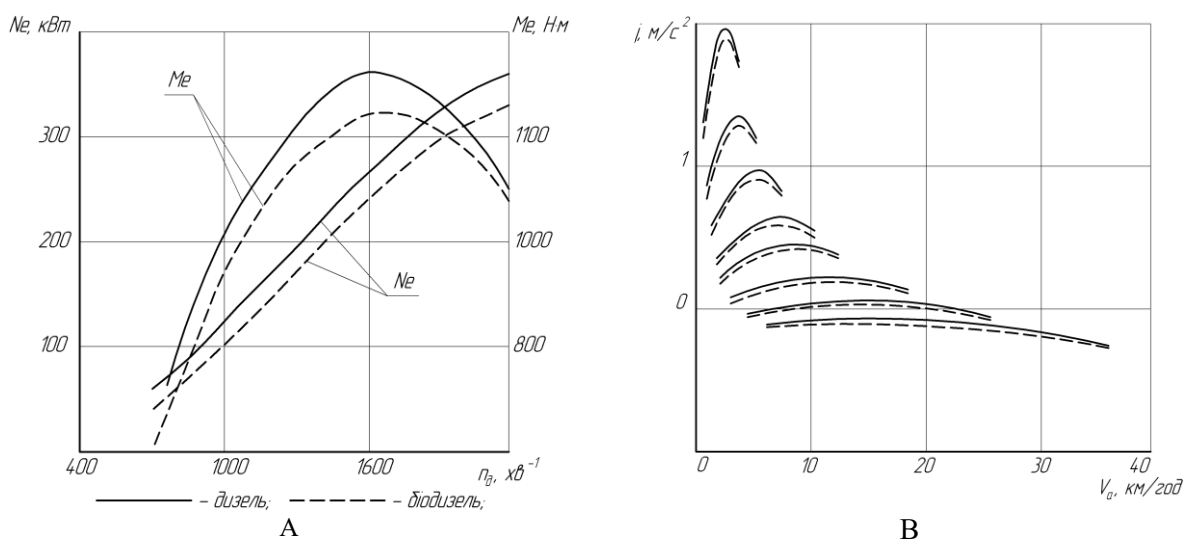


Рисунок 1 - Зовнішня швидкісна характеристика дизеля (А), графік прискорень автомобіля (В)

З графіка видно, що крутний момент двигуна переобладнаного на біодизельне паливо на режимі холостого ходу зменшується з 750 до 600 Н*м, що на 20% менше, але це значно не

впливає на характеристики руху автомобіля, оскільки на режимі холостого ходу двигун під навантаженням працює дуже рідко.

На режимі максимального крутного моменту, при частоті обертання колінчастого валу 1600 хв⁻¹ значення крутного моменту при роботі двигуна на біодизельному паливі складає 1150 Н*м, що на 6,4% менший ніж максимальний крутний момент двигуна, що працює на дизельному паливі. Таке зниження крутного моменту при переведенні двигуна на роботу на біодизельному паливі може погіршити тягово-швидкісні показники автомобіля, але це потребує додаткових досліджень.

На номінальній частоті обертання колінчастого валу дизеля 2100 хв⁻¹ крутний момент знижується з 1050 н*м до 1040 Н*м при переведенні двигуна на роботу на біопаливі, зниження складає 2%, що практично не змінює показники автомобіля.

Розглянуто, як змінюється потужність двигуна при переведенні його на роботу на біопаливо. На режимі холостого ходу потужність знижується на 19% - з 70 до 50 кВт, на режимі максимального крутного моменту на 11% - з 270 кВт до 240 кВт, на режимі максимальної потужності на 8% - з 360 до 330 кВт.

Аналіз наведених результатів показує, що переведення дизеля на роботу на біопаливі здійснює такий же вплив на показники прискорення автомобіля, як і на показники динамічного фактору.

Такий вплив не може не сказатися на значення показників розгону – час і шлях розгону. Розглянемо, як змінюються показники розгону до 60 км/год для автомобіля масою 16000 кг при переведенні дизеля на роботу на біопаливо. В табл. 2 наведено результати розрахунків, графік прискорень наведено на рис. 1, В.

Таблиця 2 – Результати розрахунку шляху та часу розгону

Параметр	Значення параметрів				
	15	25	37	49	60
Швидкість руху автомобіля, км/год	15	25	37	49	60
Шлях розгону при роботі двигуна на дизельному паливі, м	24	66	135	257	420
Шлях розгону при роботі двигуна на біопаливі паливі, м	29	74	142	279	452
Відношення показників, %	17,2	10,3	9,5	8,1	6,9
Час розгону при роботі двигуна на дизельному паливі, м	4,2	9,7	19,9	37,9	62
Час розгону при роботі двигуна на біопаливі паливі, м	5,1	10,8	22	41,2	66,6
Відношення показників, %	17,1	10,2	9,7	7,9	7,1

Розглянуто, як змінюється шлях та час розгону автомобіля КрАЗ-65053 при переведенні його двигуна на роботу на біопаливо. На нижчих передачах показники розгону збільшуються на 82% - з 24 до 29 м та з 4,2 до 5,1 с відповідно. На вищій передачі на 92% - з 420 до 452 м та з 62 до 66,6 с, відповідно.

Як видно з наведених даних при збільшенні швидкості автомобіля при русі на вищих передачах негативний вплив переведення дизеля на роботу на біопаливі знижується.

Висновок

Переведення автомобіля КрАЗ-65053 з дизельного двигуна ЯМЗ-238ДЕ2 на біодизельний двигун ЯМЗ-238ДЕ2Б призводить до ряду змін у техніко-економічних характеристиках, які варто проаналізувати.

По-перше, спостерігається зниження максимального крутного моменту з 1274 до 1215 Н*м та потужності з 330 до 320 кВт. Це може негативно позначитися на тягово-швидкісних характеристиках автомобіля, зокрема на його здатності до розгону.

По-друге, для забезпечення аналогічних характеристик, біодизельному двигуну потрібно збільшити циклову подачу пального на 14%, що призводить до підвищення питомої витрати на 17%. Проте варто зазначити, що собівартість біопального є на 20% нижчою, ніж у дизельного.

По-третє, використання біодизельного пального позитивно впливає на екологічні показники, знижуючи викиди шкідливих речовин, зокрема тверді частки на 20-25%, чадний газ на 10-12% та сірку на 98%. Проте зростають викиди оксидів азоту на 50%, що потребує подальшого вивчення.

Отже, незважаючи на технічні недоліки, переведення двигуна на біодизельне паливо виглядає перспективним з екологічної точки зору, враховуючи економічну вигоду в довгостроковій перспективі. Однак подальші дослідження є необхідними для оптимізації характеристик роботи двигуна на біопаливі та зменшення його недоліків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

2. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П.Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов. – К.: НТУ, 2015. – 224 с.

Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Ячиченко Дмитро Валентинович — студент групи 1АТ-24мс2, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, g-mail: dacichenko@gmail.com

Polyakov Andrey P. — doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Yachichenko Dmytro V. — student of group 1AT-24ms2, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dacichenko@gmail.com

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Анотація: проведено аналіз існуючих інформаційних систем для виробництва зварювального дроту, що дозволило визначити їх переваги та недоліки. На основі цього аналізу розроблено концепцію нової інформаційної системи, спрямованої на оптимізацію виробництва та підвищення якості зварювального дроту. Розглянуті ключові аспекти автоматизації виробничих процесів, відстеження якості сировини та управління ресурсами.

Ключові слова: інформаційна система, зварювальний дріт, виробництво, автоматизація, якість, ресурси.

Abstract: An analysis of existing information systems for the production of welding wire has been undertaken, enabling the identification of their strengths and weaknesses. This analysis forms the basis for the development of a concept for a new information system focused on optimizing production processes and improving the quality of welding wire. Key aspects of production automation, raw material quality tracking, and resource management are discussed.

Keywords: information system, welding wire, manufacturing, automation, quality, resources.

Вступ

Зварювальний дріт, як ключовий компонент у виробництві, вимагає високотехнологічних рішень для забезпечення якісного та ефективного виробництва. Сучасні інформаційні системи виробництва стають вирішальним інструментом у зусиллях підприємств до досягнення цих цілей. В даному контексті, дана анотація спрямована на визначення та підкреслення важливості розробки нової інформаційної системи для виробництва зварювального дроту, яка має на меті не лише покращення автоматизації процесів виробництва, а й забезпечення високої якості продукції.

Основна частина

В ході дослідження існуючих інформаційних систем виробництва зварювального дроту були виявлені позитивні аспекти, такі як підвищена продуктивність і зниження витрат, але й визначені певні недоліки, такі як недостатня ефективність управління ресурсами та обмежені можливості відстеження якості сировини. На підставі цього аналізу була розроблена концепція нової інформаційної системи, що враховує накопичений досвід та виправляє існуючі недоліки.

Нова інформаційна система включає в себе інтегровані модулі для автоматизації виробничих ліній, системи відстеження та контролю якості сировини, а також ефективного управління ресурсами. Це дозволить підприємству піднятися на новий рівень ефективності та якості виробництва зварювального дроту.

Висновок

Розробка нової інформаційної системи для виробництва зварювального дроту є кроком уперед у сучасному виробничому середовищі. Впровадження цієї системи обіцяє покращення автоматизації, зниження витрат та підвищення якості продукції. Отже, дана розробка визначає нові стандарти у виробництві зварювального дроту та сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Інтеграція інформаційних систем в виробництві: тенденції та перспективи / А. В. Іванов, М. І. Петренко, В. С. Сидоренко та ін. // Інформаційні технології в освіті та науці. – 2018. – № 2 (33). – С. 128-139.
2. Модерні технології в автоматизованому виробництві / В. П. Степаненко, О. В. Глоба, В. І. Красніков та ін. // Технічна електродинаміка. – 2019. – № 4 (150). – С. 58-65.

Босак Ілля Сергійович – студент групи 1КІ-23м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: illyabosak@gmail.com.

Ilya Serhiyovych Bosak - student of group 1CI-23m, faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: illyabosak@gmail.com

К. А. Акименко, С. Б. Кочук

СИСТЕМИ ПОЛІПШЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА КЕРОВАНОСТІ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Анотація: наведено актуальність та принципи побудови складових систем автоматичного керування повітряних суден, які працюють за для покращення їх стійкості та керованості.

Ключові слова: система автоматичного керування, контури управління, стійкість, керованість.

Annotation: The relevance and principles of building component systems of automatic control of aircraft, which work to improve their stability and controllability, are presented.

Keywords: automatic control system, control circuits, stability, controllability.

Задачі автоматичного управління польотом можна умовно поділити на три рівні [1]:
 - забезпечення потрібних характеристик стійкості та керованості літака;
 - стабілізація та управління кутовим положенням, висотою та швидкістю польоту;
 - стабілізація та цілеспрямоване управління траєкторією польоту на маршруті, наведенні на ціль, поверненні, заході на посадку

Для покращення стійкості та керованості літального апарату (ЛА) використовуються автоматизовані системи штурвального керування (АСШК), які є складовою систем автоматичного керування (САК) повітряного судна (ПС).

АСШК складаються з інформаційних систем – датчиків кутової швидкості, перевантаження, положення рукоятки керування та ін., систем обробки і формування керуючих сигналів – обчислювачів й виконавчих механізмів [2]. Покращення стійкості та керованості ЛА відбувається за усіма каналами управління: крену (поперечний), тангажу (поздовжній), ристання – курсу (шляховий). В САК можуть бути також додаткові канали управління: канал управління тягою двигуна, канал інтерцепторів, канал флаперонів тощо.

Контури поліпшення стійкості та керованості ЛА працюють сумісно з пілотом, перетворюють літак в об'єкт з прийнятними пілотажними характеристиками. Ці контури реалізуються засобами часткової автоматизації: демпферами, автоматами стійкості та керованості, автоматами регулювання управління, завантаження й тримирования зусиль, автоматами балансування й перехресного зв'язку [3].

Автоматичні системи поліпшення стійкості та керованості не повинні заважати льотчику в керуванні літаком, їх виконуючі пристрої повинні вмикатися послідовно в процес керування. На багатьох режимах польоту особисті динамічні якості літака (особливо демпфування та керованість) погіршуються. Потрібні показники, наприклад, динамічної стійкості поздовжнього руху ПС можуть бути забезпечені за рахунок демпфера тангажу (ДТ) та автомата поздовжньої стійкості (АПС).

В спрощеному вигляді зобразимо взаємодію літака, ДТ і АПС (рисунок 1). Важливою інформаційною складовою ДТ з його закону керування є:

$$\varphi_{CAV} = k_c^{\omega_z} \omega_z \quad (1)$$

Мета роботи ДТ - в забезпеченні якомога більшого значення декременту згасання $\hat{\xi}_\alpha$. Вважається, що найкраща якість керування досягається при $\hat{\xi}_\alpha \approx 0,7$. При роботі ДТ $\hat{\xi}_\alpha$ збільшується для сучасних літаків приблизно в 2 - 4 рази. На сучасних літаках ω_α зростає при роботі ДТ на 20 - 40 %.

В АПС інформація використовується від ДПЛ, так як ДУА вимірює кути атаки α з великими похибками. Закон керування АПС:

$$\varphi_{CAV} = k_c^{n_y} \Delta n_y \quad (2)$$

Основний ефект АПС в збільшенні коефіцієнта ω_α . При збільшенні ω_α підвищується стійкість літака, відповідно, й збільшується a_m^α .

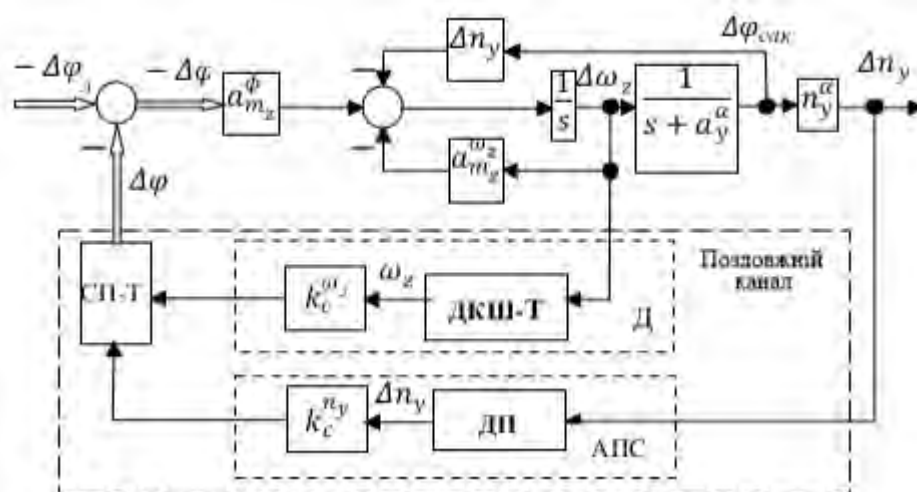


Рисунок 1. – Структура АСШК у каналі тангажу

Без застосування демпферів, автоматів стійкості та керованості практично неможливо забезпечити потрібні динамічні властивості ЛА на усіх режимах польоту. Важливою особливістю цих систем є те, що вони працюють сумісно з льотчиком, підтримують відчуття літака як об'єкта з незмінними властивостями за весь час польоту.

Список використаних джерел:

1. Автоматизовані системи управління повітряних суден / В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін – К.: НАУ, 2013. – 502 с.
2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Системи автоматичного керування повітряних суден / Курс лекцій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://moodle.hups.mil.gov.ua/course/view.php?id=1284>

Акименко Каріна Андріївна – слухач 262М навчальної групи Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: cubkarina0@gmail.com

Кочук Сергій Борисович – професор кафедри 203, к. т. н., доцент, працівник ЗС України; Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, email: sergei.kochuk@gmail.com

Akimenko Karina Andriivna – hearing student 262M of the initial group of the Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: cubkarina0@gmail.com

Kochuk Serhiy Borisovich – professor of department 203, candidate of technical sciences, associate professor, practitioner of the Civil Service of Ukraine; Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, Kharkiv, email: sergei.kochuk@gmail.com

Р. В. Василенко, Т. В. Паращенко, Д. І. Бобрівник

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДУБЛЕРУ АВІАГОРИЗОНТУ ДА-200

Анотація: проаналізовані склад, призначення та функції пілотажно-навігаційних приладів літака-винищувача Су-27, а саме будови та конструкції дублера авіагоризонту ДА-200. Надані пропозиції щодо можливих шляхів удосконалення алгоритмів роботи дублера авіагоризонту ДА-200 та викладені відповідні рекомендації.

Ключові слова: літак-винищувач, аерометричні прилади, показчик вертикальної швидкості, варіометр, акселерометр, віртуальна модель, апроксимація.

Abstract: The article analyses the composition, purpose and functions of flight and navigation instruments of the Су-27 fighter aircraft, namely the structure and design of the ДА-200 airborne horizon duplicator. Proposals on possible ways to improve the algorithms of the ДА-200 airborne horizon duplicator are given and relevant recommendations are made.

Key words: fighter aircraft, aerometric instruments, signposts vertical velocity, variometer, accelerometer, virtual model, approximation.

У зв'язку з відсутністю можливості оновлення парку авіаційної техніки Повітряних Сил Збройних Сил України сучасними повітряними суднами та обмеженості спроможностей військово-промислового комплексу щодо надання послуг з модернізації та ремонту існуючого парку авіаційної техніки, не має іншого виходу як продовжувати експлуатацію наявних повітряних суден за технічним станом. Такий підхід до експлуатації авіаційного парку потребує реалізації нових комплексних заходів щодо технічного обслуговування бортового обладнання. Однією з складових частин цих заходів є удосконалення приладного обладнання повітряних суден.

Однією з цілей керування польотом є приведення повітряного судна (ПС) у задане положення відносно земної поверхні та набігаючого повітряного потоку, а також витримування заданого значення повітряної швидкості. Прилади, які забезпечують вирішення такої задачі, називаються пілотажними. Важливе місце серед них займають висотоміри, вимірювачі та показчики повітряної швидкості і числа М, вертикальної швидкості, кутів атаки та ковзання. Прилади цієї групи називаються аерометричними.

З метою підвищення безпеки передбачається резервування вимірювачів основних параметрів польоту, наприклад застосування дублера авіагоризонту ДА-200.

Дублер авіагоризонту ДА-200 являє собою комбінований прилад, який містить варіометр для індикації вертикальної швидкості польоту, показчик повороту для індикації крену та показчик ковзання. Він використовується як у штатних режимах, так і в особливих випадках польоту (у разі відмови інформаційного комплексу вертикалі та курсу). В основному режимі варіометр використовується для контролю підйому, спуску та витримування горизонтального польоту. За відсутності інформації про кути крену та тангажу ДА-200 відіграє роль авіагоризонту.

Недоліками приладу є низька точність визначення вертикальної швидкості та можливість отримання вірних показань крену лише при повітряній швидкості у 500 км/год. Останній фактор позбавляє льотчика можливості контролювати просторове положення літака на етапах передпосадкового маневру та посадки, де швидкість, згідно з Порадником з льотної експлуатації, має бути нижчою вказаної.

Для підвищення якості та ефективності ДА-200 необхідно його удосконалити у напрямках:

- збільшення точності визначення вертикальної швидкості;
- забезпечення можливостей визначення кута крену у повному діапазоні швидкостей

ПС.

Сучасні ПС, які виконують широке коло завдань у великому діапазоні своїх льотно-технічних характеристик, потребують обладнання з точним показанням аерометричних параметрів.

Вимоги до точності пілотування, навігації ПС та ефективності вирішення ними бойових задач постійно зростають. Такі вимоги забезпечуються безперервним удосконаленням приладового обладнання. Підвищення точності дублера авіагоризонту ДА-200 у визначенні вертикальної швидкості можна досягнути оптимальною обробкою сигналів вертикального прискорення та похідної від абсолютної висоти польоту.

За допомогою віртуальної моделі покажчика повороту була виконана апроксимація функціональної залежності кута крену від двох аргументів з побудовою відповідної *Simulink*-модель і доведення її працездатність у повному діапазоні польотних параметрів.

Побудована *Simulink*-модель фільтра третього порядку і відшукані значення коефіцієнтів підсилення для оптимізації оцінки параметрів.

Рекомендації зводяться до комплексної обробки інформації про вертикальну швидкість, отриманої від варіометра та інтегруванням сигналу вертикального прискорення від акселерометра методом оптимальної фільтрації, а також забезпечення вимірювання кута крену у повному діапазоні швидкостей на основі апроксимації функції двох змінних.

Дане рішення спрощує пілотування літака з одночасним дотриманням безпеки польотів та підвищення точності вимірювання аерометричних параметрів.

Список використаних джерел

1. Зарубін А. М. Аерометричні прилади та системи: навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014.
2. Зарубін А. М. Інерціальні вимірювачі в авіоніці: навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014.
3. Літак Су-27. Керівництво з льотної експлуатації. Книга 1.
4. Авіаційне обладнання Су-27 : навч. посіб. / Р. В. Василенко, Т. В., Паращенко, В. М. Кривонос, О. М. Шелякін, Ю. В. Георгієв, Г. Б. Ейдельштейн – Х. : ХНУПС, 2023. – 322 с.
5. Механіка гіроскопічних систем : наук.-техн. зб. / МОН України, НТУУ «КПІ». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во "Політехніка", 1999–2014, 2016, 2017.

Василенко Роман Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Паращенко Тимур Васильович – доктор філософії, провідний науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси, Україна; email: Liberian2009@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9908-4408>.

Бобрівник Дмитро Іванович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242 навчальної групи, Харків, Україна; email: sergey02042004@gmail.com.

Vasilenko Roman Viktorovich – Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, senior clerk of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Parashchenko Timur Vasilyovich – Doctor of Philosophy, leading scientific scientist at the State Scientific Research Institute for Testing and Certification of New and Modern Technology, Cherkassy, Ukraine; email: Liberian2009@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9908-4408>.

Bobrivnik Dmytro Ivanovich – Kharkiv National University of Military Forces. I. Kozheduba, cadet of the 242nd primary group, Kharkiv, Ukraine; email: sergey02042004@gmail.com.

Р. В. Василенко, Є. А. Родюк

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ АЕРОМЕТРИЧНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІТАКА

Анотація: розглянуті вимоги, що пред'являються до анероїдно-мембранних приладів та систем приймачів повітряного тиску. Проаналізована схема живлення анероїдно-мембранних приладів, систем повного та статичного тиску літака МіГ-29, конструкція та процес технічної експлуатації контрольно-перевірочної апаратури КПА-ПВД. Сформувані шляхи вдосконалення контрольно-перевірочної апаратури для обслуговування аерометричних приладів та системи приймачів повітряного тиску літака МіГ-29 шляхом модернізації контрольно-перевірочної апаратури з застосуванням сучасних технологій.

Ключові слова: літак-винищувач, контрольно-перевірочна апаратура, приймач повітряного тиску, анероїдно-мембранні прилади, аерометричні прилади.

Annotation: The requirements for aneroid membrane devices and air pressure receiver systems are considered. The power supply scheme of aneroid membrane devices, full and static pressure systems of the MiG-29 aircraft, the design and process of technical operation of the control and test equipment of the КПА-ПВД are analysed. To formulate ways to improve the control and test equipment for servicing aerometric instruments and the air pressure receiver system of the MiG-29 aircraft by modernising the control and test equipment using modern technologies.

Key words: fighter aircraft, control and testing equipment, air pressure sensors, aneroid membrane devices, aerometric instruments.

Аерометричні прилади є складовою частиною приладового обладнання літака МіГ-29. До даної групи обладнання відносяться з'єднанні єдиною системою живлення багаточисельні прилади, датчики і сигналізатори, які вимірюють висотно-швидкісні параметри польоту повітряного судна (ПС). До них відносяться такі важливі пілотажно-навігаційні прилади, як висотоміри, показчики швидкості, числа М польоту і варіометри, без яких неможливе пілотування літака.

Показчики швидкості висоти, датчики, сигналізатори та система виміру статичного і повного тисків повинні забезпечувати достатньо високу точність (у межах класу точності висотоміра та показчика швидкості) неперервну індикацію поточних значень швидкості та висоти польоту літака. Надійність роботи цієї групи пілотажних приладів має дуже важливе значення в польоті, оскільки по величині швидкості та висоти польоту витримуються визначені режими роботи силової установки.

Подальше удосконалення методів виміру висоти та швидкості польоту направлені на підвищення точності вимірів, зменшення аеродинамічних поправок, котрі основані на методі виміру статичного та повного тисків за допомогою приймачів повітряного тиску. Зараз поряд із удосконаленням конструкції показчиків, що мають малі інструментальні похибки по всій шкалі, застосовуються приймачі повітряного тиску типу ПВД-18, які мають незначні аеродинамічні поправки на великому діапазоні швидкостей польоту.

Проводяться роботи щодо подальшого удосконалення методів виміру висоти та швидкості польоту за допомогою радіотехнічних засобів, які в сполученні з аерометричними приладами електромеханічного типу дають змогу отримувати інформацію про значення висоти та швидкості польоту з точністю 0,5 – 1 % від вимірених величин.

Застосування аерометричних приладів на всіх типах ПС повинно забезпечувати миттєву готовність до роботи в межах температур навколишнього середовища від -60 до +50°C.

Показання показчиків швидкості та висоти повинні бути стійкими та чіткими.

Основні несправності системи живлення аерометричних приладів:

1. У польоті при зміні режиму роботи АД (швидкості польоту) аерометричні прилади дають знижені показання або повільно реагують на зміну режимів польоту через:

- замерзання вологи в системі;
- попадання дрібних частинок пилу, піску або комах;

- закупорка приймачів тисків пилом, піском, снігом на стоянках, під час вирулювання ПС, що стоять поруч, та попадання під потік вихідних газів. Під час включення обігріву приймача повітряного тиску в польоті під дією швидкісного натиску вода (пил, пісок) попадають в трубопроводи, замерзають і закупорюють систему.

2. Заниження показань показчиків швидкості (висоти) через:

- негерметичність системи повного тиску в місцях приєднання вологовідстійників до трубопроводів повного тиску;

- негерметичність системи повного тиску внаслідок недозатяжки гайки ніпельного з'єднання трубопроводів;

- негерметичність системи через перетирання трубопроводів та порушення технології прокладки гумових рукавів та трубопроводів;

- негерметичність трубопроводу в місці приєднання його до трійника вологовідстійника через ослаблення кріплення або руйнування герметичної прокладки;

3. Перегорання обігрівального елемента приймача, а також розрив електричної мережі живлення обігріву, а саме:

- включення обігрівального елемента приймача без обдування на більш ніж допустимий час під час перевірок або руління ПС;

- розрив електричної мережі живлення за місцем прокладки в штанзі, на роз'ємній колодці або у вимикача.

4. Порушення нормальної роботи кранів переключення систем живлення АМП через переміщення крана переключення систем живлення приладів з основної системи на резервну.

Проаналізовані можливі шляхи удосконалення систем живлення аерометричних приладів та викладені відповідні рекомендації. Їх сутність зводиться до використання сучасної контрольно-перевірочної апаратури для забезпечення надійної роботи аерометричних приладів і системи приймачів повітряних тисків повітряних суден, що в свою чергу підвищує точності вимірювання аерометричних параметрів.

Внесення змін в структуру контрольно-перевірочної апаратури, типу КПА-ПВД, базується на використанні сучасних електронних регуляторів тиску, інтелектуальних датчиків тиску, а також управління за допомогою мікроконтролеру з бездротовим зв'язком на основі ZigBee технології, яка працює в безліцензійному діапазоні 2,4 ГГц, орієнтована на передачу невеликих об'ємів інформації від безлічі джерел, у тому числі і з батарейним живленням.

Це дозволить покращити технічні характеристики модернізованої контрольно-перевірочної апаратури, зручності використання, гнучкості перепрограмування перевірок, а також усунути недоліки, які властиві КПА-ПВД.

Список використаних джерел:

1. Особливості технічної експлуатації анероїдно-мембранних приладів та систем приймачів повітряного тиску. Методичні рекомендації. Випуск 1044, 2001. – 44 с.

2. Балонин Н. А., Сергеев М. Б. Беспроводные персональные сети на основе ZigBee. Учебное пособие. – СПб: ГУАП, 2017. – 58 с.

3. <https://www.dusuniot.com/uk/blog/the-definitive-guide-for-zigbee-gateway-for-solution-vendors/>

Василенко Роман Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. М. Кожедуба, старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Родюк Євгеній Анатолійович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. М. Кожедуба, курсант 242 навчальної групи, Харків, Україна; email: zhiuka1.rodika1@gmail.com.

Vasylenko Roman Viktorovych – Kharkiv National University of the Air Force named after I. M. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: spike75.rv@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7526>.

Rodyuk Yevhenii Anatoliyovych – *Kharkiv National University of the Air Force named after I. M. Kozheduba, cadet of the 242nd training group, Kharkiv, Ukraine; email: zhiuka1.rodika1@gmail.com.*

Є. О. Гончар

ВИКОРИСТАННЯ БАЛІСТИЧНОГО ОБЛІКУ ЕКСПЕРТНОЇ СЛУЖБИ МВС У РОЗСЛІДУВАННІ КРИМІНАЛЬНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ

Анотація: балістичний облік є важливим інструментом, що дозволяє ідентифікувати зброю, встановити її походження та зв'язок з певними кримінальними правопорушеннями, що має критичне значення для розслідування кримінальних правопорушень, таких як вбивства, терористичні акти чи незаконний обіг зброї. У контексті зростання кількості кримінальних правопорушень із використанням вогнепальної зброї в Україні, особливо під час збройного конфлікту та воєнних дій, ефективне застосування балістичного обліку стає ще більш важливим. Це дозволяє правоохоронним органам оперативно збирати докази, встановлювати зв'язок між різними кримінальними правопорушеннями, в яких використовувалася одна й та сама зброя, і, як наслідок, підвищувати рівень розкриття кримінальних правопорушень.

Ключові слова: вогнепальна зброя, балістичний облік, кримінальне правопорушення.

Abstract: Ballistics accounting is an important tool for identifying weapons, establishing their origin and connection to certain criminal offenses, which is critical for the investigation of criminal offenses such as murder, acts of terrorism or illegal arms trafficking. In the context of the increase in the number of criminal offenses involving the use of firearms in Ukraine, especially during armed conflict and hostilities, the effective application of ballistics accounting becomes even more important. This allows law enforcement agencies to quickly collect evidence, establish a connection between different criminal offenses in which the same weapon was used, and, as a result, increase the level of detection of criminal offenses.

Keywords for: firearms, ballistics accounting, criminal offense.

Актуальність дослідження. Актуальність дослідження використання балістичного обліку Експертної служби МВС у розслідуванні кримінальних правопорушень в Україні зумовлена необхідністю підвищення ефективності розслідувань кримінальних правопорушень, пов'язаних з використанням вогнепальної зброї. Балістичний облік є важливим інструментом, що дозволяє ідентифікувати зброю, встановити її походження та зв'язок з певними кримінальними правопорушеннями, що має критичне значення для розслідування кримінальних правопорушень, таких як вбивства, терористичні акти чи незаконний обіг зброї. У контексті зростання кількості кримінальних правопорушень із використанням вогнепальної зброї в Україні, особливо під час збройного конфлікту та воєнних дій, ефективне застосування балістичного обліку стає ще більш важливим. Це дозволяє правоохоронним органам оперативно збирати докази, встановлювати зв'язок між різними кримінальними правопорушеннями, в яких використовувалася одна й та сама зброя, і, як наслідок, підвищувати рівень розкриття кримінальних правопорушень.

Дослідження цієї теми актуальне для вдосконалення технічної та організаційної бази Експертної служби МВС, розробки нових методик балістичного обліку та інтеграції цих підходів у систему кримінальних розслідувань. Це також сприятиме зміцненню правоохоронної діяльності та підвищенню рівня громадської безпеки в Україні.

Метою даного дослідження є аналіз використання та значення балістичного обліку Експертної служби МВС у розслідуванні кримінальних правопорушень.

Виклад основного матеріалу. Вважається, що «криміналістичний облік це заснована на наукових даних і узагальненнях практики боротьби зі злочинністю система реєстрації, зосередження і систематизація об'єктів за їх ідентифікаційними ознаками з метою використання облікових даних для попередження і розкриття кримінальних правопорушень» [1, с. 250].

Балістичний облік - один з найрезультативніших серед аналогічних кримінологічних інструментів у розкритті особливо тяжких злочинів. Проте його належне формування і

функціонування залежить не тільки від експертів ДНДЕКЦ, а й від працівників поліції, насамперед оперативних підрозділів та підрозділів досудового розслідування [2, с. 90].

Визначення місця судово-балістичних обліків в системі обліків МВС України неодноразово було предметом наукових дискусій, втім підтримуємо думку окремих учених про те, що різниця між адміністративними, оперативними та криміналістичними судово-балістичними обліками є досить умовною і залежить перш за все від того, у якій сфері правоохоронної діяльності вони використовуються. Криміналістичні обліки використовуються виключно при розслідуванні кримінальних правопорушень. Конкретизуючи завдання балістичного обліку, зазначимо, що кулегільзотеки створюються для: встановлення фактів використання одних і тих же екземплярів зброї у разі вчинення кількох кримінальних правопорушень; виявлення зброї, яка застосовувалась у вчиненні правопорушень, серед вилученої, знайденої та добровільно зданої; при використанні правопорушниками втраченої нарізної або гладкоствольної вогнепальної зброї, що була на озброєнні органів поліції; встановлення зброї, зареєстрованої на об'єктах дозвільної системи та яка перебуває в особистому користуванні громадян; виявлення зброї, що була втрачена працівниками поліції, серед вилученої, знайденої та добровільно зданої [3, с. 273].

Завданнями балістичного обліку є встановлення: фактів використання при вчиненні кримінальних правопорушень конкретних екземплярів зброї; фактів використання при вчиненні різних кримінальних правопорушень тих самих екземплярів зброї; втраченої (викраденої) табельної, відомчої та іншої раніше зареєстрованої в установленому порядку зброї серед вилученої, добровільно зданої та знайденої зброї [2, с. 92].

На сьогодні в умовах воєнної агресії РФ на території України значно збільшилась кількість зброї та боеприпасів, що потрапляє у незаконний обіг і як результат зросла кількість її перевірок. В результаті цього для більш ефективної роботи відділу балістичного обліку лабораторії досліджень та обліку зброї ДНДЕКЦ МВС України пропонують провести низку заходів, а саме: покращення матеріально-технічного забезпечення, а саме придбання достатньої кількості автоматизованих балістичних ідентифікаційних систем «BALSCAN», та проведення перевірок за балістичним обліком, для здійснення порівняльного дослідження слідів від зброї на кулях та гільзах під час проведення ідентифікаційних балістичних досліджень; забезпечення якісного інтернет зв'язку для безперебійної передачі даних до автоматизованих балістичних ідентифікаційних систем «BALSCAN» в умовах воєнного стану; збільшення набору здобувачів вищої освіти (державне замовлення) підготовки кадрів для експертної служби МВС України та забезпечення їх якісного навчання [2, с. 93].

Висновки. Отже, використання балістичного обліку Експертної служби МВС у розслідуванні кримінальних правопорушень в Україні є важливим інструментом у боротьбі зі злочинністю, пов'язаною з використанням вогнепальної зброї. На основі проведеного дослідження підсумуємо кілька ключових висновків.

Балістичний облік є невід'ємною складовою криміналістики, оскільки дозволяє точно ідентифікувати вогнепальну зброю за слідами на кулях і гільзах. Це дає можливість встановити зв'язок між різними кримінальними правопорушеннями, в яких використовувалася одна й та сама зброя, що сприяє ефективному розслідуванню і розкриттю кримінальних правопорушень.

У сучасних умовах, коли Україна стикається з викликами незаконного обігу зброї через війну, балістичний облік стає особливо важливим. Він дозволяє відстежувати рух нелегальної зброї, виявляти її джерела і викривати злочинні угруповання, що займаються постачанням зброї.

Важливою є підготовка кваліфікованих кадрів для роботи з балістичним обліком. Постійне підвищення кваліфікації експертів, а також запровадження нових методик і підходів до аналізу даних сприятиме більш точному та швидкому виконанню експертиз.

Важливим аспектом є вдосконалення нормативно-правової бази, яка регулює використання балістичного обліку. Це сприятиме більш чіткому регулюванню процедури проведення експертиз та використання їх результатів у кримінальному провадженні.

Отже, балістичний облік відіграє ключову роль у сучасній криміналістиці, і його ефективне використання сприяє підвищенню рівня безпеки в Україні, розслідуванню кримінальних правопорушень та боротьбі з організованою злочинністю.

Список використаних джерел:

1. Пілюков Ю.О. Використання криміналістичних обліків у розслідуванні кримінальних правопорушень. 2021. С. 250-253. URL: <http://confuf.wunu.edu.ua/index.php/confuf/article/download/86/83> (дата звернення: 14.09.2024).
2. Лебідь С.О. Проблеми використання балістичних обліків у розкритті кримінальних правопорушень в умовах воєнного стану. *Матеріали міжвідомчої науково-практичної конференції*. 2023. С. 90-94. URL: https://www.naiu.kiev.ua/files/kafedru/ord/2023/mater_konf_300323.pdf#page=91 (дата звернення: 14.09.2024).
3. Пиріг І. Використання балістичного обліку при розслідуванні кримінальних правопорушень. *Міжнародна та національна безпека: теоретичні і прикладні аспекти Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції*. 2021. С. 273-274. URL: <https://er.dduvs.edu.ua/bitstream/123456789/6316/1/106.pdf> (дата звернення: 14.09.2024).
4. Грищенко О.В. Теоретико-правові засади використання балістичного обліку експертної служби МВС України у розслідуванні кримінальних правопорушень. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. Сер.: Юриспруденція. 2020. С. 140-143. URL: <https://www.vestnik-pravo.mgu.od.ua/archive/juspradenc45/juspradenc45.pdf#page=140> (дата звернення: 14.09.2024).

Гончар Євгеній Олександрович – судовий експерт сектору балістичного обліку відділу криміналістичних видів досліджень Вінницького НДЕКЦ МВС, Вінницький НДЕКЦ МВС, м.Вінниця, e-mail: djon44411@gmail.com

Honchar Yevhenii Olexandrovich - forensic expert of the ballistic accounting sector of the Department of Forensic Investigations of the Vinnytsia NDECC of the Ministry of Internal Affairs, Vinnytsia NDECC of the Ministry of Internal Affairs, Vinnytsia, e-mail: djon44411@gmail.com

В. А. Серета, Г. Б. Ейдельштейн, О. Г. Галепа

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ БпЛА

***Анотація:** у сучасних військових конфліктах безпілотні літальні апарати (БпЛА) відіграють вирішальну роль, виконуючи широкий спектр завдань, зокрема розвідку та ударні операції. Їх зростаюче застосування пов'язане з високою ефективністю та можливістю мінімізувати втрати серед особового складу. Однак використання БпЛА супроводжується низкою викликів, таких як протидія засобам радіоелектронної боротьби (РЕБ), обмежені можливості в умовах активної протидії, а також технічні труднощі, що стосуються експлуатації та ремонту. Для підвищення ефективності БпЛА необхідно вирішувати питання логістики, модернізації старих моделей, а також удосконалення систем обслуговування і підготовки персоналу.*

***Ключові слова:** безпілотні літальні апарати, радіоелектронна боротьба, технічне обслуговування, модернізація.*

Abstract

In modern military conflicts, unmanned aerial vehicles (UAVs) play a crucial role, performing a wide range of tasks, including reconnaissance and strike operations. Their increasing use is driven by high efficiency and the ability to minimize personnel losses. However, the use of UAVs comes with a number of challenges, such as counteraction by electronic warfare (EW) systems, limited capabilities in the face of active opposition, and technical difficulties related to their operation and maintenance. To enhance the effectiveness of UAVs, issues of logistics, modernization of older models, as well as improvement of maintenance systems and personnel training must be addressed.

***Keywords:** unmanned aerial vehicles, electronic warfare, maintenance, modernization.*

У сучасних військових конфліктах безпілотні літальні апарати (БпЛА) займають ключову позицію, виконуючи широкий спектр завдань: від розвідки до ударних операцій. Зростання їх використання зумовлене високою ефективністю, можливістю мінімізувати втрати серед особового складу, забезпечити ведення бойових дій на великій відстані, а також проводити розвідувальні операції в реальному часі. Крім того, БпЛА є незамінними в умовах обмеженого доступу до районів бойових дій та в умовах активної протидії противника.

Однак, зі збільшенням ролі БпЛА виникають нові виклики та проблеми, пов'язані з їх бойовим застосуванням, технічною експлуатацією та ремонтом, особливо у військових умовах. Ефективність використання цих апаратів залежить не лише від їх технологічних характеристик, а й від наявності добре організованої системи обслуговування та відновлення.

Проблеми бойового застосування БпЛА:

- сучасні загрози та засоби протидії: протидія з боку засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), засобів ППО, обмеження ефективності застосування БпЛА в умовах активної протидії;
- оперативні задачі: необхідність удосконалення алгоритмів бойових операцій з урахуванням умов сучасних конфліктів, таких як асиметричні бойові дії, міські та гібридні операції;
- масштабне використання БпЛА: проблеми з управлінням великою кількістю БпЛА на полі бою та координація між різними підрозділами.

Проблеми експлуатації БпЛА:

- технічні обмеження: зношування деталей, короткий час автономної роботи, потреба у регулярному технічному обслуговуванні;
- складність обслуговування: необхідність спеціально підготовленого персоналу, складність у діагностиці та відновленні систем зв'язку, сенсорів та навігації;
- умови експлуатації: вплив кліматичних умов, зокрема температури, вологи, пилу, на надійність роботи БпЛА.

Проблеми ремонту БпЛА:

- дефіцит запчастин: у багатьох випадках відсутність необхідних запчастин через логістичні проблеми, що ускладнює своєчасний ремонт;
- ремонт в польових умовах: недостатність спеціалізованого обладнання для ремонту БпЛА безпосередньо на полі бою або поблизу зони бойових дій;
- модернізація та адаптація: потреба в адаптації старих моделей БпЛА до нових умов та завдань.

Тому для ефективного використання БпЛА у бойових умовах необхідно вирішувати проблеми їх застосування, експлуатації та ремонту. Впровадження нових технологій, підвищення рівня підготовки персоналу та розвиток логістичної інфраструктури допоможуть мінімізувати ризики та підвищити ефективність цих літальних апаратів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Війна дронів, ефективність застосування БПЛА на полі бою. [Електронний ресурс]: «Війна дронів» – АрміяInform (armyinform.com.ua).
2. Законодавче регулювання безпілотників в Україні, веб-сайт. URL: <https://bdf.gov.ua/bezpilotnyky-pid-chas-viyny-zakonodavche-vrehuliuvannia-ta-vidpovidalnist-za-porushennia-povitrianoho-prostoru>.

Середа Владислав Андрійович – оператор екіпажу БпЛА ланки БпЛА, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vladsereda224@gmail.com.

Ейдельштейн Геннадій Борисович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.

Галєпа Олександр Григорович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: galepa0904@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6538-854X>.

Sereda Vladyslav A. – the operator of the UAV crew of the UAV unit, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: vladsereda224@gmail.com.

Eidelshtein Hennadii B. – Teacher of the Department of Operation and Use of Unmanned Aircraft Systems and Air Reconnaissance Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.

Halepa Oleksandr G. – Lecturer of the Department of Operation and Application of Unmanned Aviation Systems and Air Intelligence Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: galepa0904@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-6538-854X>.

І. О. Омельчук, Г. Б. Ейдельштейн

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ

Анотація: розглянуто основні проблеми, пов'язані з бойовим застосуванням, експлуатацією та ремонтом зразків озброєння і військової техніки в умовах військових дій в Україні. Середключових викликів виділяються: інтенсивне навантаження на техніку, дефіцит запасних частин, труднощі інтеграції іноземного озброєння, нестача кваліфікованих фахівців для ремонту та обслуговування, а також застарілість частини техніки, яка не відповідає сучасним стандартам, зокрема стандартам НАТО. Вказується на необхідність модернізації внутрішніх виробничих потужностей і технічного забезпечення для підвищення боєздатності армії.

Ключові слова: бойове застосування, експлуатація озброєння, іноземне озброєння.

Abstract: The main issues related to the combat use, maintenance, and repair of weapons and military equipment in the context of military operations in Ukraine are examined. Key challenges include the heavy workload on equipment, a shortage of spare parts, difficulties in integrating foreign weaponry, a lack of qualified personnel for repairs and maintenance, as well as the obsolescence of some equipment, which does not meet modern standards, particularly NATO standards. There is a need to modernize domestic production capacities and technical support to enhance the army's combat readiness.

Keywords: combat use, weapon maintenance, foreign weaponry.

Військові дії в Україні ставлять серйозні виклики щодо бойового застосування, експлуатації та ремонту озброєння і військової техніки. Через інтенсивність бойових дій техніка зазнає значного навантаження, що прискорює її зношування та підвищує необхідність у частих технічних обслуговуваннях і ремонтах. Однак, наявність обмежених ресурсів, включаючи дефіцит запасних частин, особливо для техніки іноземного виробництва або застарілих радянських зразків, ускладнює проведення оперативного ремонту. Водночас Україна активно отримує військову допомогу від західних партнерів, що вимагає швидкої інтеграції та адаптації нових систем озброєння, які часто не відповідають вітчизняним стандартам і потребують навчання персоналу для їх ефективного використання. Однією з ключових проблем є нестача кваліфікованих фахівців з технічного обслуговування та ремонту, а також недостатня кількість ремонтних баз, здатних оперативно відновлювати пошкоджену техніку. Бойові пошкодження нерідко роблять техніку неремонтопридатною, що ставить перед командуванням виклик щодо пошуку швидких та ефективних рішень для її заміни або модернізації. Частина наявного озброєння застаріла і не відповідає сучасним вимогам ведення війни, особливо щодо стандартів НАТО, що ускладнює взаємодію з міжнародними силами та інтеграцію нових технологій.

Висновок: для вирішення цих проблем необхідно розширювати внутрішні виробничі потужності, модернізувати ремонтні бази, проводити навчання технічного персоналу та покращувати логістичні процеси, забезпечуючи вчасне надходження необхідних запасних частин і обладнання.

Омельчук Ілля Олегович – оператор екіпажу БпЛА ланки БпЛА, Харківський національний університет Повітряних Сил, м. Харків, e-mail: illya2002oml@gmail.com.

Ейдельштейн Геннадій Борисович – викладач кафедри експлуатації та застосування безпілотних авіаційних систем та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил, м. Харків, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com.

Omelchuk Illia O. – the operator of the UAV crew of the UAV unit, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: illya2002oml@gmail.com.

Eidelshtein Hennadii B. – *Teacher of the Department of Operation and Use of Unmanned Aircraft Systems and Air Reconnaissance Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: eidelshtein2017@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3713-3010>.*

О. І. Бабенко, Д. О. Гур'єв, Д. О. Сізон

**ПРОЦЕДУРИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ У БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІЙ ЗАДАЧІ
ВИБОРУ ПЕРСПЕКТИВНОГО ВАРІАНТА ПОБУДОВИ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ**

Анотація: в статті запропоновано процедури прийняття рішення у багатокритеріальній задачі вибору перспективного варіанта побудови системи управління безпілотними літальними апаратами за досвідом російсько-української війни. Обґрунтований вибір відповідного варіанта побудови системи управління пропонується шляхом багатоваріантного опрацювання проблеми, а особа, яка приймає рішення, якою зазвичай виступає дослідник або розробник-фахівець, повинна мати сукупність процедур, що забезпечують йому прийняття рішення в різних інформаційних умовах. Спираючись на методи послідовного прийняття рішень щодо безлічі критеріїв оптимальності, запропоновано методичний підхід, який дозволить здійснити коректну постановку та вирішення математичного завдання вибору перспективного варіанта побудови (моделі) системи управління безпілотними літальними апаратами з використанням методу зондування простору властивостей.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, процедури прийняття рішення, система управління.

Annotation: The article proposes decision-making procedures in the multi-criteria task of choosing a promising option for building a control system for unmanned aerial vehicles based on the experience of the Russian-Ukrainian war. A reasoned choice of the appropriate option for building a management system is offered by multivariate processing of the problem, and the decision-maker, who is usually a researcher or specialist developer, should have a set of procedures that enable him to make a decision in various information conditions. Relying on the methods of sequential decision-making regarding a set of optimality criteria, a methodical approach is proposed that will allow the correct formulation and solution of the mathematical task of choosing a promising variant of the construction (model) of the unmanned aerial vehicles control system using the property space probing method.

Keywords: unmanned aerial vehicles, decision-making procedures, control system.

Досвід широкомасштабної російсько-української війни показав, що сучасні бойові дії характеризуються широким використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Ефективність виконання завдань БПЛА в значній мірі залежить від системи управління (СУ). Методологія побудови перспективної структури СУ, та її місце в ієрархічній структурі управління повинна базуватися на об'єктивних законах збройної боротьби, положень воєнної стратегії, оперативного мистецтва й тактики.

При виборі найкращого варіанта побудови (моделі) СУ БПЛА доводиться враховувати багато різних вимог, які пред'являються СУ БПЛА як до складної організаційно-технічної та інформаційної системи [1,3].

Щоб зробити обґрунтований вибір відповідною варіанта побудови системи, необхідне багатоваріантне опрацювання проблеми, а особа, яка приймає рішення (ОПР), якою зазвичай виступає дослідник або розробник-фахівець, повинна мати сукупність процедур, що забезпечують йому прийняття рішення в різних інформаційних умовах.

Завдання розв'язування із залученням процедур прийняття рішення визначають як завдання вибору (перспективного) варіанту рішення. При цьому процедура прийняття рішення будується на логічних міркуваннях, аналітичних обчисленнях, дослідно-експериментальних аналогіях, є послідовністю формалізованих і неформалізованих процедур і носить ітеративний характер.

Процес прийняття рішення включає такі етапи:
виявлення ситуації, що вимагає ухвалення рішення;
складання переліку критеріїв, за якими проводиться оцінка варіантів СУ БПЛА;
формування множини альтернативних варіантів рішень;
формування оцінок всіх варіантів рішень щодо кожного критерію;

формування вирішальних правил виявлення кращих рішень;
порівняння варіантів рішення відповідно до вирішального правила;
вибір варіанта особою, яка приймає рішення.
Завдання ухвалення рішення, як правило, вирішується за наступною схемою:
будується математична модель, що описує взаємозв'язки між параметрами, що характеризують об'єкт дослідження;
вибирається критерій оптимальності рішення (векторний або скалярний);
визначається вид цільової функції;
вибирається метод пошуку раціонального рішення.

Процес прийняття рішення базується на використанні цілого ряду прикладних математичних методів: скалярної та векторної оптимізації, лінійного та нелінійного програмування, статистичного аналізу, імітаційного моделювання та ін.

Спираючись на методи послідовного прийняття рішень щодо безлічі критеріїв оптимальності, розглянемо методичний підхід, який дозволить ОПР здійснити коректну постановку та вирішення математичного завдання вибору перспективного варіанта побудови (моделі) СУ БПЛА [2, 3, 4].

Вибір перспективного варіанта побудови СУ БПЛА шляхом зондування простору властивостей [5].

Відмінною особливістю даного методу є систематичний перегляд багатовимірних областей, причому як пробні точки в просторі параметрів застосовуються точки рівномірно розподілених послідовностей.

Інша особливість методу полягає в тому, що ОПР оперує звичними для себе величинами - значеннями показників ефективності СУ БПЛА, і йому не потрібно вгадувати, який вигреш за одними показниками можуть дати поступки за іншими показниками: це з'ясується в процесі діалогу з ЕОМ.

При використанні підходу, що розглядається, вважаються заданими такі вихідні дані:

1. Простір параметрів СУ БПЛА (інформаційних, технічних, експлуатаційних, економічних тощо).

2. Математична модель СУ БПЛА (система диференціальних або різницевих рівнянь стану та спостереження, що описують поведінку СУ БПЛА; розрахункові залежності, що дозволяють за заданим набором параметрів обчислити необхідні характеристики СУ БПЛА).

3. Параметричні та функціональні обмеження які можуть бути задані ОПР.

4. Перелік показників ефективності, якими передбачається оцінювати СУ БПЛА. При цьому вважається, що ОПР може визначитися зі значеннями критеріальних обмежень.

Таким чином, завдання вибору перспективного варіанта побудови СУ БПЛА пропонується здійснити на основі розв'язання оптимізаційної задачі за параметричних, функціональних та критеріальних обмежень.

Список використаних джерел:

1. Ярош С. П., Гур'єв Д. О. Аналіз розвитку безпілотних літальних апаратів, способів їх бойового застосування та розробка пропозицій щодо організації ефективної боротьби з безпілотною авіацією. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2021. № 2(43). <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.43.07>

2. Бабенко О.І., Сізон Д.О. Методичний підхід до формування перспективної моделі системи управління Повітряних Сил за досвідом російсько-української війни / О.І. Бабенко // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2024. – № 2 (33). – С. 9–14.

3. Теорія прийняття рішень органами військового управління: Монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов, А.В. Тристан та ін. / Під ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова // Міністерство оборони України. – Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.

4. Проектування організаційних структур: методи і алгоритми/ Герасимов Б. М., Глуцький В. І., Рабчун О. А. К.: БФ “Миротворець”, 2000 206 с.

5. Samczynski, P., Giusti, E. (Eds.). (2021, July). Recent Advancements in Radar Imaging and Sensing Technology, 394. <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-0919-8>

Бабенко Олександр Іванович – канд. військ. наук, доцент, провідний науковий співробітник наукового центру, e-mail: babenkoai173@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2779-7761> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023.

Гур'єв Дмитро Олександрович – начальник штабу-заступник начальника університету, e-mail: dguriev@i.ua Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2469-0865> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023.

Сізон Дмитро Олександрович – начальник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування угруповань Повітряних Сил) наукового центру, e-mail: sssdsss80@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків ORCID [https:// orcid.org/0000-0003-0544-1625](https://orcid.org/0000-0003-0544-1625) Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023.

Oleksandr Babenko - candidate. troops Sciences, associate professor, leading researcher of the scientific center, e-mail: babenkoai173@ukr.net Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2779-7761> Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, str. Sumska 77/79, Kharkiv, 61023.

Dmytro Guryev - chief of staff-deputy head of the university, e-mail: babenkoai173@ukr.net Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2469-0865> Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, str. Sumska 77/79, Kharkiv, 61023.

Dmytro Sizon - head of the research department (development, training and application of Air Force groups) of the scientific center, e-mail: sssdsss80@ukr.net Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv ORCID [https:// orcid.org/0000-0003-0544-1625](https://orcid.org/0000-0003-0544-1625) Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, str. Sumska 77/79, Kharkiv, 61023.

А. В. Колесник

ФОРТИФІКАЦІЙНІ СПОРУДИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ: АНАЛІЗ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

***Анотація:** розглянемо роль фортифікаційних споруд для збереження особового складу, зокрема на основі досвіду сучасних бойових дій. Аналізуючи ефективність різних типів укріплень. Особлива увага приділяється адаптації фортифікацій до новітніх загроз, зокрема артилерійських обстрілів, ракетних ударів та безпілотних літальних апаратів. Висвітлюються приклади з військових конфліктів останніх років, а також надаються рекомендації щодо покращення якості захисних споруд для мінімізації втрат серед особового складу.*

***Ключові слова:** фортифікація, інженерні методи оборони, стійкість конструкції*

***Abstract:** we will consider the role of fortifications for the preservation of personnel, in particular, based on the experience of modern warfare. Analysing the effectiveness of different types of fortifications. Particular attention is paid to the adaptation of fortifications to the latest threats, including artillery shelling, missile attacks and unmanned aerial vehicles. Examples from military conflicts of recent years are highlighted, and recommendations are given on how to improve the quality of defensive structures to minimise casualties.*

***Keywords:** fortification, engineering methods of defence, structural stability.*

Вступ

Фортифікаційні споруди відіграють ключову роль у сучасній війні, забезпечуючи захист особового складу, техніки та важливих об'єктів від вогневого впливу противника. З урахуванням досвіду сучасних бойових дій, зокрема війни в Україні, значення таких споруд лише зросло. Багато армій світу переглядають свої підходи до фортифікації, вивчаючи реальні сценарії застосування оборонних споруд для збереження життя солдатів та забезпечення боєздатності підрозділів.

Основна частина

Мистецтво будівництва оборонних споруд для захисту від військових загроз на протязі історії людства демонструє, що з часом оборонні технології розвивалися разом із розвитком зброї та тактики. Принципи будівництва фортифікаційних споруд змінювались, але основна мета залишалась незмінною – забезпечення надійного захисту від ворога. Розглянемо основні принципи фортифікаційних споруд, що формують основу сучасної оборонної архітектури. Фортифікація має кілька ключових завдань [1]:

- захист від артилерійського та мінометного обстрілу. Сучасні війни характеризуються високою інтенсивністю застосування артилерії. Грамотно спроектовані укриття здатні суттєво знизити втрати від артилерійських ударів;

- захист від авіаційних та безпілотних атак. Дрони стали важливим елементом сучасної війни, і фортифікаційні споруди мають враховувати загрозу авіаційних бомб та керованих боєприпасів.

- забезпечення прихованості та маскуванню. Успішне маскуванню позицій дозволяє зменшити ймовірність їхнього виявлення противником, що забезпечує збереження особового складу та ефективність дій підрозділів.

- захист від піхотних атак та танкових проривів. Укріплені райони мають забезпечувати довготривалу оборону в умовах, коли противник намагається прорватися через лінію оборони за допомогою танків чи штурмових груп.

Глибина оборони – це розподіл оборонних рубежів на кілька ліній. Це дає змогу не допустити швидкого прориву ворога через оборонні позиції. Кілька рівнів оборони також дозволяють виграти час для підготовки резервів і маневрів, а також послабити сили

супротивника. Така структура використовується як у традиційних наземних, так і в сучасних фортифікаційних комплексах, включаючи підземні бункери та приховані об'єкти [1].

Також потрібно розуміти, що жодна сучасна фортифікація не може виконувати свої функції без ефективних шляхів комунікацій між різними її частинами. Захисні споруди повинні мати систему сполучень, що дозволяє гарнізону швидко пересуватися всередині фортеці, зокрема через підземні тунелі, проходи або укриття. Це дозволяє оперативно реагувати на загрози, перерозподіляти сили і запобігати втратам. У сучасних умовах велике значення має також забезпечення надійної радіокомунікації та системи передачі даних для координації оборони.

Сучасні фортифікаційні споруди часто інтегруються у навколишнє середовище або будуються під землею, щоб уникнути виявлення за допомогою дронів або супутників.

Одним із важливих аспектів будь-якої фортифікаційної споруди є її здатність забезпечувати автономну оборону протягом тривалого часу. Це означає, що фортеця повинна мати запаси води, продовольства, боєприпасів та інших ресурсів для тривалого утримання позицій у випадку облоги. У сучасних умовах автономність також включає наявність власних джерел електроенергії та засобів для очищення води.

Ну і звичайно сучасні фортифікаційні споруди повинні враховувати нові технології у сфері озброєння і військової тактики. Зокрема, засоби протиракетної оборони, системи радіоелектронної боротьби, а також засоби боротьби з дронами є невід'ємною частиною сучасних оборонних комплексів. Такі системи дозволяють захистити фортифікацію від високоточних ударів і забезпечити більш тривалий опір ворогу.

Розроблені методичні підходи для оцінки стійкості покриттів та конструкцій фортифікаційних споруд до ударно-вибухових впливів крилатих і балістичних ракет, а також результати розрахунків необхідної товщини покриттів для таких споруд із найбільш доступних у польових умовах матеріалів, зокрема піску, ґрунту, глини, бетону, каменю і залізобетону [2].

Методичний апарат для визначення стійкості конструкцій польових фортифікаційних споруд походить із досліджень у галузі польової фортифікації, започаткованих Ф. Ласковським, де розглядалися питання будівництва довготривалих укріплень і споруд. Важливими є роботи С. Хмельков, Е. Миклашевський, С. Ананіча, П. Бузника, А. Сухарева, І. Балаганського та Л. Мержиєвського, присвячені глибині проникнення боєзарядів звичайних боєприпасів у ґрунт і бетон. В. Косенко, О. Волощенко та М. Кушніренко розглядали стійкість фортифікаційних споруд до ударної хвилі ядерного вибуху В. Коцюруба, І. Даценко та А. Білик досліджували фізичний захист об'єктів військ від безпілотних літальних апаратів [3].

На основі цих досліджень та проведених експериментів були отримані емпіричні формули, що дозволяють визначати стійкість конструкції покриття польової фортифікаційної споруди до ударно-вибухового впливу артилерійських снарядів, мінометних мін і авіаційних бомб [3, 4]. Найбільш широке практичне застосування для вирішення цього типу завдань мають формули Забудського, Березанська, Березанська П. Формулу Забудського часто використовують для визначення глибини проникнення бойової частини звичайного боєприпасу в покриття фортифікаційної споруди, якщо кінцева швидкість її руху знаходиться в діапазоні 400–500 м/с.

Висновки

Фортифікаційні споруди залишаються важливою частиною військової стратегії. З урахуванням досвіду бойових дій, сучасні фортифікації повинні бути не лише міцними, а й мобільними, гнучкими та здатними протистояти новим загрозам, таким як дрони та високоточна зброя. Використання технологій маскування, систем радіоелектронної боротьби та новітніх методів будівництва допомагає забезпечити збереження особового складу та підвищує ефективність бойових підрозділів.

Приведено методичний підхід для оцінки стійкості покриття польових фортифікаційних споруд до ударно-вибухової дії крилатих і балістичних ракет для визначення необхідної товщини покриття, виконаного з доступних у польових умовах будівельних матеріалів – піску, глини, ґрунту, бетону, каменю та залізобетону.

Список використаних джерел:

1. Дяков С.І., Колос О.Л., Варствіський А.А. Фортифікація та маскування. Навч. посібник. ISBN 978-966-370-785-3, КНТ: 2023.-146с.
2. Кушніренко М.Г., Ворович Б.О., Лісневський В.В. Будівельні матеріали, конструкції та основи механіки військово-інженерних споруд – Київ: НАОУ,2000-67с.
3. Волощенко О.І., Косенко В.С., Ковбаса О.Ю., Черних І.В., Капля І.О. Методичний підхід щодо визначення стійкості конструкцій покриття польових фортифікаційних споруд до ударно-вибухової дії сучасної ракетної зброї /Опір матеріалів і теорія споруд/Strength of Materials and Theory of Structures. 2023. № 111/ISSN 2410-2547/ <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.111.178-187>.
4. Колесник А.В. Особливості методики розрахунку та забезпечення стійкості конструкцій фортифікаційних споруд [Електронний ресурс]/А.В. Колесник/ Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки (2023)” м.Вінниця, 15-16 листопада 2023 р. — Електронний текст дані — 2023. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/apozbt/apozbt2023/paper/view/19213>.

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Kolesnik Andrii Viktorovych - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН КРАЇН НАТО

Анотація: проведено аналіз методів діагностування асинхронних двигунів з урахуванням досвіду бойових дій. Досліджені функціональні можливості, та ефективність варіантів діагностування, що може використовуватися для подальшої перспективи авіації. Розроблені рекомендації щодо діагностування асинхронних двигунів з урахуванням досвіду бойових дій.

Ключові слова: асинхронний двигун, діагностування, спектральний аналіз, годограф Парка.

Annotation: An analysis of methods for diagnosing induction motors is carried out, taking into account the experience of combat operations. The functionality and effectiveness of diagnostic options that can be used for the future prospects of aviation are investigated. Recommendations for the diagnosis of induction motors are developed taking into account the experience of combat operations.

Key words: induction motor, diagnostics, spectral analysis, Park hodograph.

У теперішній час асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором застосовуються у такому відповідальному обладнанні, як паливні системи, електросистеми, гідравлічні системи. Працездатність цього обладнання безпосередньо впливає на безпеку польотів, саме через це необхідно проводити контроль двигунів для запобігання відмов в польоті.

Несправності асинхронних двигунів поділяються на дві основні категорії: механічні та електричні.

До механічних несправностей належать підвищена вібрація, яка може бути спричинена різким зносом лопаток вентилятора або насоса, неправильним розташуванням або кріпленням двигуна тощо; знос підшипників, що може призвести до збільшення вібрації та зменшення продуктивності двигуна; нерівномірний хід, який може призвести до погіршення продуктивності та збільшення шуму.

До електричних несправностей належать перевищення струму, що може призвести до перегріву двигуна та його зниження продуктивності; збій у живленні, що може призвести до відмови двигуна та його зупинки; перевищення частоти, що може призвести до зниження продуктивності та збільшення вібрації.

Методи та засоби діагностування асинхронних двигунів що використовуються у теперішній час, застарілі і не дозволяють прогнозувати технічний стан двигунів.

Для забезпечення безвідмовної роботи обладнання у польоті необхідно виявляти несправності асинхронні двигуни на ранніх стадіях розвитку, що неможливо зробити відомими методами. Але з появою сучасної обчислювальної техніки з'явилася можливість впровадження більш складних і досконалих методів. Для діагностування асинхронних двигунів у теперішній час використовуються різноманітні методи та засоби, такі як:

- вібраційна діагностика;
- метод тепловізійного контролю;
- вимірювання параметрів магнітного поля;
- метод аналізу електричних параметрів.

Вібраційна діагностика є широко використовуваним методом оцінки технічних систем та устаткування, що базується на аналізі даних вібрації, які генерується працюючим електрообладнанням або є наслідком його структурної особливості.

Тепловізійний метод контролю застосовується для виявлення несправностей в підшипниках, стану силових ввідів та обмоток статора. Цей метод включає аналіз випромінювання в інфрачервоному діапазоні електромагнітного спектра, що представлене на термограмі.

Вимірюванням та аналізом зовнішнього магнітного поля електродвигуна, магнітного потоку в зазорі можна оцінювати ексцентриситет ротора, стан підшипників, виявляти міжвиткові замикання обмоток статора. Для вимірювання магнітного поля в повітряному зазорі використовується внутрішній індуктивний датчик, що складається з витка проводу, намотаного на зубець статора. Для вимірювання зовнішнього магнітного поля – зовнішній датчик, наприклад датчик Холла.

Аналіз спектру струму статора (спектр–струмовий аналіз) дозволяє виявляти обриви і тріщини стрижнів ротора, підвищений ексцентриситет повітряного зазору, пошкодження підшипників, міжвиткові замикання в обмотці статора, несправності привода.

Проведений аналіз сучасних методів діагностування електричних машин показує, що найбільш прийнятним методом є контроль електричних параметрів з подальшим виконанням спеціального аналізу отриманого сигналу. Для аналізу струмів асинхронного двигуна був обраний метод вектора Парка, який дозволяє діагностувати такі несправності як:

- міжвиткові замикання статора;
- ексцентриситет повітряного зазору;
- дефекти стрижнів і кілець короткозамкненого ротора та інші несправності.

Ефективність методу вектору Парка підтверджена математичним моделюванням. Для застосування цього методу необхідно мати еталонні параметри (напруги, струми, характеристики перехідних процесів, спектри напруг та струмів) машини. Ці параметри можна отримати експериментально, або шляхом моделювання.

Параметри машини при виникненні типових відмов не завжди вдається отримати експериментально. Тому є необхідність у створенні моделей електричних машин, які дозволяють отримати як еталонні параметри, так і параметри при виникненні відмов.

Щоб запобігти накладенню частот, викликаних різними пошкодженнями, і уникнути спотворення реальної картини стану двигуна, застосовують метод аналізу спектрів векторів Парка струму і напруги. Цей метод відрізняється від простого спектрального аналізу сигналів струму тим, що при формуванні спектрів модуля вектора Парка будь-яка характерна частота амплітудно–модульованого сигналу враховується лише один раз.

У спектрі струму гармоніки, що відповідають різним типам несправностей, мають свої відмінні ознаки. Це означає, що виявлення у спектрі струму певних гармонік чітко вказує на наявність конкретної електричної чи механічної несправності в електродвигуні або у пристрої, який він приводить у дію.

Оцінку стану та типу несправності обмотки статора, а також інших несправностей асинхронного двигуна, можна виконати з високою точністю за допомогою аналізу спотворень годографа вектора Парка струму.

Метод аналізу векторів Парка дозволяє розрізнити та ідентифікувати специфічні частотні компоненти, що відповідають певним типам несправностей, роблячи його ефективним інструментом для діагностики стану електродвигунів.

Беручи до уваги сучасний стан діагностичного обладнання для асинхронних двигунів і розглянутих вище алгоритмів діагностування розроблено структурну схему апаратури для комплексного моніторингу стану асинхронних двигунів.

Система діагностики асинхронного двигуна включає в себе наступні модулі контролю дефектів електродвигуна: наявність міжвиткового короткого замикання в фазі обмотки статора; пошкодження стану «білячої клітки» обмотки ротора; пробій ізоляції обмоток; виникнення дисбалансу мас обертового механізму; пошкодження підшипників і контроль появи «інших дефектів».

Парка метод дозволяє отримати достовірні результати діагностики при роботі двигуна під навантаженням і при неякій системі напруги живлення. Для контролю стану підшипників та інших дефектів, що викликають вібрацію, використовується метод вібраційного аналізу з попереднім розкладанням сигналу за допомогою швидкого перетворення Фур'є. Це дає можливість диференціювати тип і ступінь пошкодження механічних елементів за частотами, що збігаються з частотами можливих пошкоджень, і виявляти дефекти.

Для роботи кожного модуля передбачені алгоритми, які синтезуються в загальній функціональній схемі діагностичної системи. Запропонована структура діагностичної системи охоплює основні види пошкоджень електродвигуна, включаючи профілактичний контроль

стану ізоляції та загального вібраційного стану електродвигуна. Для контролю виникнення міжвиткових коротких замикань у фазі обмотки статора та пошкодження обмотки ротора використовується сучасний метод векторного підходу Парка.

Розроблена система діагностики, на відміну від відомих систем контролю стану асинхронних двигунів, дозволяє одночасно контролювати як електричні, так і механічні несправності при роботі двигуна під навантаженням при неякісній системі електроживлення. Розроблена функціональна схема діагностичної системи може бути використана для практичної реалізації у фізичній формі. Використання запропонованої системи бортової діагностики дозволить забезпечити безперервну інформацію про стан основних елементів асинхронних двигунів відповідно до сучасних вимог і реальних умов експлуатації.

Для роботи кожного модуля передбачені алгоритми, які синтезуються в загальній функціональній схемі діагностичної системи. Запропонована схема діагностичної вбудованої системи ідеалізована, але архітектура системи дозволяє використовувати скорочений набір обраних модулів. Забезпечення постійного контролю стану асинхронних електродвигунів в реальних умовах експлуатації з виявленням ранніх стадій відмов є складним і найважливішим завданням, вирішення якого є більш ефективною і економічною альтернативою плановому технічному обслуговуванню і створює більшу безпеку при своєчасному виконанні діагностування.

У якості датчиків пропонується використовувати:

- трансформатори струму;
- датчиків вібрації– модулі для Arduino на LM393 (SW–18010P);
- датчиків магнітного поля– датчики Холла. Аналогово;
- цифровий перетворювач.

Цифровий перетворювач бажано обрати виробництва National Instruments, тому що вони мають дуже високу надійність і точність перетворення і призначені для роботи з математичним забезпеченням *LabVIEW* National Instruments.

Аналіз даних може бути виконаний на ПК з відповідним математичним забезпеченням. Найбільш розвинені засоби для обробки інформації пропонує *LabVIEW* National Instruments.

Запропонована структурна схема комплексного моніторингу стану асинхронних двигунів та розглянута можливість її апаратної реалізації з оцінкою вартості. Вартість запропонованого комплексу становить значно меншу ціну ніж за закордонні аналоги.

Застосування пропонованої апаратури дозволить підвищити ефективність контролю асинхронних двигунів, виявляти несправності на ранніх стадіях виникнення, прогнозувати стан двигунів тим самим зменшити імовірність відмов у польоті.

Список використаних джерел:

1. А.І. Купін Інформаційна технологія для групової діагностики асинхронних електродвигунів на основі спектральних характеристик та інтелектуальної класифікації / А. І. Купін, Д. І. Кузнецов, 2010 –64с.
2. Oleg Gubarevych Use of Park's Vector Method for Monitoring the Rotor Condition of an Induction Motor as a Part of the Built-In Diagnostic System of Electric Drives of Transport/ Oleg Gubarevych, Juraj Gerlici, Oleksandr Kravchenko, Inna Melkonova and Olha Melnyk, 2009 –40с.
3. Oleg Gubarevych Synthesis of the structural diagram with algorithms of the units of the on-board diagnostic system of induction motors of vehicles/ Oleg Gubarevych, Melkonova, Hryhorii Melkonov, Olha Melnyk, Mariia Miroshnykova, 2011 –46с.
4. T. ORLOWSKA Simple diagnostic technique of a single IGBT open-circuit faults for an SVM-VSI vector controlled induction motor drive/ T. ORLOWSKA-KOWALSKA, P. SOBANSKI, 2012 –14с.
5. Mohammed Obaid Mustafa On Fault Detection, Diagnosis and Monitoring for Induction Motors/ Mohammed Obaid Mustafa, 2019.–275с.

Карлов Кирило Сергійович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач 252С навчальної групи, Харків, Україна; email: kirillkarlov351@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5679-1492>.

Зєнович Олександр Євгенійович – кандидат технічних наук, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, доцент кафедри № 203, Харків, Україна; email: aezenovich@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9982-2674>.

Георгієв Юрій Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Козир Анастасія Володимирівна – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач 252С навчальної групи, Харків, Україна; email: kozyranastasia27@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7397-8723>.

Kyrylo Serhiyovych - Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, student of the 252C educational group, Kharkiv, Ukraine; email: kirillkarlov351@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5679-1492>.

Oleksandr Evgeniyovych Zenovych – candidate of technical sciences, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, associate professor of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: aezenovich@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9982-2674>.

Georgiev Yuriy Viktorovich - Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Kozyr Anastasia Volodymyrivna - Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, student of the 252C educational group, Kharkiv, Ukraine; email: kozyranastasia27@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7397-8723>.

Ю. В. Георгієв, Д. В. Липка, Н. В. Медвідь

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПАЛИВОМІРНО-ВИТРАТОМІРНОЇ СИСТЕМИ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІТАКА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТА ЗАПАСУ ПАЛИВА

Анотація: в даній тезі приведені загальні принципи розвитку паливомірно-рохідомірної системи сучасних повітряних суден, принципи роботи, функціональні зв'язки з другими літаковими системами.

Протягом десятиліть характеристики літака значно покращилися в кількох сферах. Паливні системи розвинулися від простого набору резервуарів, що живлять двигун через силу тяжіння та вимірюються поплавковими індикаторами, до складного набору геометрії резервуарів з багатоклапанними системами, підкачуючими насосами та кількома датчиками.

Крім роботи з більш ефективними та складними операціями живлення двигуна, дозаправки та вивантаження палива, паливна система також має бути готова до перекачування палива між своїми баками та безпечного скидання палива за межі літака в надзвичайних ситуаціях. Крім того, паливо також відіграє важливу роль у системах теплового керування літака, слугуючи основним матеріалом для поглинання та розсіювання тепла від літака.

Надана характеристика похибки паливомірно-рохідомірних систем СТР6-2А та СТР7-2 та викладені особливості цих систем в польоті та на землі.

Ключові слова: Паливомірно-рохідомірна система, (системи СТР6-2А та СТР7-2), паливомірна частина, автоматична частина, особливості пристрою системи, обчислювач дальності польоту.

Annotation: In this thesis, the general principles of the development of FUEL MEASUREMENT and flow measurement systems of modern aircraft, principles of operation, functional connections with other military systems are given.

Over the decades, aircraft performance has gone through great improvements in several areas. The fuel systems have developed from a simple set of tanks, feeding the engine through gravity, and gauged by float-driven indicators to a complex set of tank geometries, with multi-valve systems, booster pumps, and several sensors.

Beyond dealing with more efficient and complex engine feeding, refueling, and defueling operations, the fuel system should also be prepared to transfer fuel among its tanks, and to safely dump fuel outside the aircraft in emergency situations. Additionally, fuel also plays an important role in aircraft thermal management systems, serving as the main material for absorbing and dispersing heat from the aircraft. For that, it must be capable of incorporating its complexity, by having a well-designed Fuel Quantity Gauging System, in order to be accurate in indicating the real fuel tank quantity to the flight crew.

The characteristics of the error of the fuel and flow measurement systems STR6-2A and STR7-2 are given and the features of these systems in flight and on the ground are outlined.

Keywords: Fuel-flow measuring system, (STR6-2A and STR7-2 systems), fuel measuring part, automatic part, features of the system device, flight range calculator.

На сьогоднішній день в умовах ведення бойових дій і необхідності використання авіації, інформація про залишок та витрату палива для льотчика має першочергове значення, вона дозволяє точно розраховувати дальність та тривалість польоту, а програмна витрата палива – забезпечує необхідне центрування літака.

Істотною перевагою ємнісних паливомірів перед іншими типами є їх надійність, обумовлена відсутністю рухомих частин у датчику, та можливість використовувати їх для баків будь якої геометричної форми. Прилади, призначені для вимірювання миттєвої або сумарної витрати палива силовою установкою літального апарату, називають витратоміри.

За методом вимірювання витрати пального всі витратоміри можна поділити на дві групи:

- витратоміри прямого виміру витрати палива;
- витратоміри непрямого виміру витрати палива.

Система паливомірно-витратомірна СТР6-2А призначена для:

- дистанційного вимірювання та індикації запасу палива у всіх баках літака;
- видачі інформації про запас палива в контрольно-записувальну апаратуру, підсистемний автоматизований засіб контролю, літаковий відповідач, систему автоматичного керування, систему «Тестер», та інформації про резервний залишок палива у мовний інформатор, реєструвально-індикуючий пристрій, блок аварійних та попереджувальних сигналів;
- обчислення та індикації дальності польоту на розрахункових і поточних режимах польоту;
- видачі інформації про стан паливомірної системи та інформації про не вироблення палива з підвісного паливного бака;
- контролю та управління автоматизованою інставкою заправленої кількості палива;
- контроль за рівнем мастила лівого та правого двигунів, а також рівнем гідросуміші в бустерній та загальній гідросистемах.

Паливомірно-росходомірна система літака має кілька недоліків, які можуть впливати на її точність і ефективність:

- чутливість до вібрацій і механічних впливів. Система може давати похибки в вимірюваннях через сильні вібрації під час польоту або жорсткі посадки.
 - точність вимірювання. Паливомірні датчики можуть мати похибки, особливо при низькому рівні палива або за наявності руху рідини (плескання), що призводить до неточних показів.
 - засмічення датчиків. Частинки сміття або осади в паливі можуть засмітити датчики розходоміру, що погіршує їх функціональність.
 - залежність від температури і тиску. Зміни температури або тиску можуть впливати на точність вимірювань, оскільки об'єм і густина палива змінюються під впливом цих факторів.
 - відмова електронних компонентів. Сучасні паливомірно-росходомірні системи залежать від електроніки, і збої в цих компонентах можуть призвести до невірної роботи всієї системи.
 - потреба в регулярному технічному обслуговуванні. Для підтримки точності системи необхідне часте калібрування та перевірка датчиків, що може бути складним і витратним процесом.
 - можливість некоректної роботи в екстремальних умовах. Наприклад, в умовах дуже високих або низьких температур, датчики можуть працювати нестабільно.
- Ці фактори можуть впливати на надійність та ефективність паливомірно-росходомірної системи, що робить їх важливими аспектами для врахування при експлуатації літаків, в умовах бойових дій.

Список використаних джерел:

1. Computational Tool for Aircraft Fuel System Analysis URL: <https://www.mdpi.com/2226-4310/11/5/362>.
2. TGH AVIATION URL: <https://tghaviation.com/aircraft-instrument-services/advantages-disadvantages-of-resistive-type-fuel-systems/>.
3. Xplore URL: <https://gm-cg.com/aircraft-fuel-injection-system/>.

Георгієв Юрій Вікторович – старший викладач кафедри №203, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>

Липка Дмитро Валентинович – слухач 262М навчальної групи, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: lipka2304@icloud.com.

Медвідь Анастасія Володимирівна – слухач 252С навчальної групи, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: nastyamedvid@gmail.com.

Georgiev Yuriy Viktorovich - senior lecturer of Department No. 203, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Dmytro Valentynovich Lypka - student of the 262M study group, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: lipka2304@icloud.com.

Anastasia Volodymyrivna Medvid - student of the 252C study group, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: nastyamedvid@gmail.com.

О. О. Клімішен, О. О. Самойленко, Ю. В. Георгієв

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІТАКА.

Анотація: в даній тезі приведені загальні принципи розвитку аерометричних систем багатоцільового літака, принципи роботи, вдосконалення сучасними методами.

Ключові слова: аерометричні параметри, датчики тисків, висотно-швидкісні параметри, цифрові сигнали, вимірювачі малої швидкості та висоти, мікроконтролери.

Annotation: In this thesis, the general principles of the development of aerometric systems of a multi-purpose aircraft, the principles of operation, and improvement by modern methods are given.

Key words: aerometric parameters, pressure sensors, altitude-speed parameters, digital signals, low speed and altitude meters, microcontrollers.

Система повітряних сигналів та автономні прилади є дуже важливим елементом для пілота так як вони дозволяють розуміти таку інформацію як число M , справжня повітряна швидкість V , індикаторна швидкість V_i , відносна барометрична висота $H_{від}$, абсолютна барометрична висота H , температура зовнішнього повітря T , відхилення ΔM , ΔH , ΔV (числа M , висоти H , швидкості V_i) від заданих значень.

В одних системах повітряних сигналів проводиться автоматичне рішення розрахункових залежностей окремо від показників обчислювача, а останній видає бортовим споживачам і показникам електричні сигнали, пропорційні вимірюваним параметрам.

В інших розв'язання розрахункових залежностей проводиться в обчислювачах, суміщених конструктивно з показниками, і сигнали видаються показниками.

Види вимірних висот в авіації:

-абсолютна висота - висота польоту відносно рівня моря ($p_0 = 760$ мм.рт.ст.);

-відносна висота - висота польоту відносно місця зльоту або посадки;

-справжня висота - висота польоту відносно місця, над яким знаходиться літак в даний момент часу;

-барометрична висота - висота польоту відносно місця з заданим атмосферним тиском.

На сьогоднішній день в умовах ведення бойових дій і необхідності використання авіації, інформація про аерометричні параметри має важливе значення, так як дозволяє розуміти пілоту як і в повітряному бою так і на бойовому чергуванні свої можливості в маневруванні.

Система повітряних сигналів має кілька недоліків, особливо в контексті сучасних технологій та розвитку авіоники. Деякі з основних недоліків:

-залежність від механічних датчиків. Багато елементів системи, як-от трубки Піто, є механічними. Вони можуть бути вразливими до обледеніння, забруднення, або пошкодження внаслідок зовнішніх впливів. Це може призвести до помилок у показниках швидкості або висоти.

-обмежена точність на високих швидкостях. На надзвукових швидкостях (особливо на великих висотах) система повітряних сигналів може давати похибки через вплив температури, тиску та інших аеродинамічних явищ. Це особливо стосується вимірювання числа Маха та кута атаки.

-чутливість до обледеніння. Якщо система обігріву датчиків (наприклад, трубок Піто) виходить з ладу, обледеніння може спричинити неправильні вимірювання швидкості та тиску. Це може серйозно вплинути на безпеку польоту, особливо в складних погодних умовах.

-складність обслуговування. Через механічну природу багатьох компонентів, система потребує регулярного технічного обслуговування та перевірок. Це ускладнює експлуатацію і підвищує вимоги до технічного персоналу.

-відсутність автоматичної корекції. Більш сучасні системи використовують цифрові алгоритми для автоматичної корекції похибок, пов'язаних із зовнішніми факторами (температура, щільність повітря тощо).

-можливість відмови через пошкодження в бою. У бойових умовах зовнішні датчики, можуть бути пошкоджені через обстріли або вибухи поблизу, що унеможливає отримання коректних даних про стан літака.

-застаріла технологія. З розвитком цифрових і лазерних технологій, більш сучасні літаки обладнуються менш залежними від механіки і більш надійними системами, які забезпечують вищу точність і меншу ймовірність відмови.

Ці фактори можуть впливати на надійність та ефективність аерометричних параметрів, що робить їх важливими аспектами для врахування при експлуатації літаків, в умовах бойових дій.

Список використаних джерел:

1. StudFiles, URL: <https://studfile.net/preview/17093042/>.
2. StudFiles, URL: <https://studfile.net/preview/17093043/>.
3. Методи вимірювання швидкості польоту, URL: <https://yak.bono.odessa.ua/articles/metodi-vimirjuvannja-shvidkosti-polotu.php>.

Клімішен Олексій Олегович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: kl_s_kh@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3859-1531>.

Самойленко Олександр Олександрович – слухач 262М навчальної групи, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: a.samoilenko.2000.11.11@gmail.com.

Георгієв Юрій Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Oleksiy Olegovich Klimishen - candidate of technical sciences, senior researcher, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: kl_s_kh@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3859-1531>.

Oleksandr Oleksandrovich Samoilenko - student of the 262M study group, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: a.samoilenko.2000.11.11@gmail.com.

Georgiev Yuriy Viktorovich – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Ю. В. Георгієв, Н. В. Фот, М. А. Синюк

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО СВІЛЛОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА МІГ-29 З МЕТОЮ ЗАСТОСУВАННЯ ОКУЛЯРІВ НІЧНОГО БАЧЕННЯ

Анотація: у даній роботі розглядається питання щодо розробки зовнішнього світлотехнічного обладнання для літака-винищувача МіГ-29 з урахуванням використання окулярів нічного бачення. Було проведено аналіз загального світлотехнічного обладнання на літаку-винищувачі МіГ-29. Було розглянуто деякі основні вимоги до світлотехнічного обладнання для роботи з окулярами нічного бачення. Також були висунуті пропозиції щодо удосконалення світлотехнічного обладнання. Військова авіація потребує ефективних рішень щодо покращення умов пілотування в нічний час, і одним із ключових аспектів є вдосконалення освітлювальних систем.

Ключові слова: Окуляри нічного бачення, удосконалення, яскравість освітлення, бойова ефективність, безпека польоту.

Annotation: this work deals with the development of external lighting equipment for the MiG-29 fighter aircraft, taking into account the use of night vision goggles. An analysis of the general lighting equipment on the MiG-29 fighter aircraft was carried out. Some basic requirements for lighting equipment for working with night vision goggles were considered. Proposals for improving the lighting equipment were also put forward. Military aviation needs effective solutions to improve night-time piloting conditions, and one of the key aspects is the improvement of lighting systems.

Keywords: Night Vision Goggles, Enhancement, Illumination Brightness, Combat Effectiveness, Flight Safety.

Удосконалення авіаційного обладнання є ключовим фактором підвищення ефективності виконання бойових завдань в сучасних умовах. Зокрема, значна увага приділяється покращенню можливостей літаків для нічних операцій за допомогою окулярів нічного бачення (ОНБ). Однак існуюче зовнішнє світлотехнічне обладнання винищувача МіГ-29 не адаптоване для роботи з ОНБ, що призводить до втрати ефективності під час польотів в умовах обмеженої видимості.

Аналізуючи світлотехнічне обладнання літака МіГ-29, можна зробити висновок що існуюче обладнання забезпечує базову функціональність під час польотів як вдень, так і вночі, проте не враховує специфіку роботи з окулярами нічного бачення (ОНБ).

Сучасні ОНБ працюють на принципі посилення слабкого світла, що призводить до того, що яскраве освітлення може засліплювати пілотів. Стандартні лампи накаливання та галогенні джерела світла, які використовуються на МіГ-29, створюють відблиски, що значно ускладнює використання ОНБ. Крім того, відсутність належного інфрачервоного підсвічування обмежує можливості пілотів у нічних умовах.

Ці системи були розроблені для традиційних польотів і не враховують використання ОНБ. Основні проблеми при використанні з ОНБ включають:

- висока яскравість стандартних ламп, що призводить до засліплення пілотів;
- відсутність інфрачервоних джерел світла, які б дозволяли працювати в умовах повної темряви без видимих слідів освітлення;
- неможливість регулювання яскравості світла під час різних фаз польоту.

При порівнянні з літаками інших країн, таких як F-16 або Rafale, стає очевидно, що ці винищувачі мають сучасні світлодіодні системи з можливістю інфрачервоного підсвічування, які забезпечують більшу гнучкість у нічних операціях.

З метою ефективного застосування ОНБ на літаку винищувачі необхідно дотримуватися наступних вимог до світлотехнічного обладнання:

- зниження яскравості освітлення, світлові прилади повинні бути регульованими за яскравістю, щоб уникнути засліплення пілотів;
- системи освітлення мають дозволяти плавне регулювання яскравості в залежності від зовнішніх умов, щоб запобігти засліпленню;

- використання інфрачервоного підсвічування. ОНБ дозволяють працювати в інфрачервоному діапазоні, тому оснащення літака таким підсвічуванням підвищує видимість без створення видимого світлового потоку. ОНБ використовують посилення інфрачервоного випромінювання, тому обладнання має забезпечувати невидимі для людського ока, але корисні для ОНБ джерела світла;

- зменшення відблисків і розсіювання світла. Використання сучасних матеріалів та оптичних фільтрів дозволяє зменшити кількість відблисків. Важливо зменшити кількість відблисків від зовнішнього освітлення, щоб не порушувати сприйняття пілотами зображень через ОНБ;

- сумісність з різними режимами освітлення. Оскільки літаки виконують польоти у різних умовах, важливо мати кілька режимів роботи освітлювальних систем: денний, нічний та бойовий режим.

Системи світлотехнічного обладнання повинні бути надійними і не допускати відмов під час критичних моментів польоту.

3. Пропозиції щодо удосконалення світлотехнічного обладнання:

- адаптація яскравості освітлювальних приладів;
- впровадження інфрачервоного підсвічування;
- використання фільтрів та сучасних матеріалів;
- модульна система освітлення;

Зниження яскравості стандартних ламп та можливість їхнього налаштування є першочерговою вимогою. Для цього пропонується заміна існуючих ламп на світлодіодні (LED) з можливістю регулювання яскравості. Світлодіоди дозволяють точно контролювати інтенсивність світла, знижуючи ймовірність засліплення. Замість традиційних ламп накаливання, доцільно використовувати світлодіодні (LED) джерела світла, які мають перевагу в регулюванні яскравості та довговічності. Встановлення світлорегуляторів дозволить налаштувати яскравість для різних умов польоту.

Для забезпечення видимості в умовах повної темряви пропонується оснастити літак інфрачервоними випромінювачами. Вони не є видимими для людського ока, але забезпечують достатній рівень освітлення для роботи ОНБ. Це підвищить безпеку польотів і збільшить бойову ефективність у нічних умовах. Встановлення інфрачервоних ламп дозволить пілотам використовувати ОНБ в умовах повної темряви, не вдаючись до видимого освітлення. Інфрачервоне освітлення не демаскує літак і дозволяє безпечно здійснювати польоти в нічний час.

Щоб уникнути відблисків і розсіювання світла, пропонується використовувати спеціальні фільтри та антиблікові матеріали для зовнішніх джерел світла. Це зменшить ризик засліплення і покращить видимість пілотів під час використання ОНБ. Використання антиблікових матеріалів і фільтрів на зовнішніх світлових пристроях зменшить відблиски, які зазвичай впливають на якість зображення через ОНБ.

Запровадження модульної системи освітлення з різними режимами (денний, нічний, бойовий) забезпечить адаптацію до конкретних умов польоту. Кожен модуль зможе автоматично або вручну налаштувати яскравість і спектр світла відповідно до потреб місії. Створення програмованих систем дозволить автоматично перемикатися між режимами денного, нічного та бойового освітлення, що підвищить гнучкість при виконанні різних завдань.

Впровадження запропонованих рішень дозволить значно покращити можливості літака під час нічних польотів. Завдяки інфрачервоному підсвічуванню та регулюванню яскравості пілоти зможуть ефективніше використовувати ОНБ без ризику засліплення або втрати орієнтації.

Проведені моделювання та тестування на тренажерах показують підвищення точності та безпеки польотів у нічний час на 15-20%. Додатково, модульна система освітлення забезпечить більшу гнучкість та адаптацію під різні умови виконання завдань, що підвищить загальну бойову ефективність.

Розроблені пропозиції щодо удосконалення зовнішнього світлотехнічного обладнання МіГ-29 дозволять забезпечити сумісність з окулярами нічного бачення, підвищуючи безпеку та

ефективність виконання бойових завдань у нічний час. Використання сучасних технологій у сфері освітлення сприятиме поліпшенню умов експлуатації літака, що є важливим у сучасних умовах бойових дій.

Пропоновані рішення можуть бути легко інтегровані в існуючу конструкцію літака без значних технічних змін, що дозволить швидко провести модернізацію і покращити можливості авіації.

Список використаних джерел:

1. Davies, M., & Taylor, A. Aviation Night Vision Technology: Systems and Applications. New York: Aviation Press, 2022.
2. Губарев О.С., Мельник І.В. “Особливості освітлення авіаційної техніки при використанні окулярів нічного бачення”. Журнал “Авіаційна техніка та безпека”, 2021, №4, С. 25-30.
3. Сидоренко В.М. “Можливості удосконалення світлотехнічних систем авіації для підвищення бойової ефективності”. Військовий інженер, 2023, №3, С. 35-40.
4. GUILLERMO SALAZAR, LEONARD TEMME, AND J. CHARLES ANTONIO. «Civilian Use of Night Vision Goggles» [https://dl1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89102215/civilian-nvgs-libre.pdf?1659099552=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DCivilian use of night vision goggles.pdf&Expires=1729597738&Signature=Zziqn1Abu5kpo1dOIU5mvx81tjLD17JR1VG9fMnN2YSKhGJ5om4vrRk2s5ebIBvQDztzDybMe7VtLnsYBPJfOZUK3wBSbKwIEyUbBVm4PN6yH4EpGELyGQPv9eZ0Z0~J6I OKNBgGXMImpf8GStYz6496CDuJo6GzV9JLS0OtWIA0mwHGPqJoX~jmuFoGn8XXQmANTbIfY1KNryvem9GYaYBrd2d~47GPFV5zY0HIF8bniJXA48Q5LErIDKn~oGkOAxUO22nl~L4Brq2xvmh2Zlicspn5FJuJKMSJz0DC2NXx1A0hXwUvqzubco4Ilg19aLXhDsBQocMEgRw__&KeyPairId=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://dl1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89102215/civilian-nvgs-libre.pdf?1659099552=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DCivilian+use+of+night+vision+goggles.pdf&Expires=1729597738&Signature=Zziqn1Abu5kpo1dOIU5mvx81tjLD17JR1VG9fMnN2YSKhGJ5om4vrRk2s5ebIBvQDztzDybMe7VtLnsYBPJfOZUK3wBSbKwIEyUbBVm4PN6yH4EpGELyGQPv9eZ0Z0~J6I OKNBgGXMImpf8GStYz6496CDuJo6GzV9JLS0OtWIA0mwHGPqJoX~jmuFoGn8XXQmANTbIfY1KNryvem9GYaYBrd2d~47GPFV5zY0HIF8bniJXA48Q5LErIDKn~oGkOAxUO22nl~L4Brq2xvmh2Zlicspn5FJuJKMSJz0DC2NXx1A0hXwUvqzubco4Ilg19aLXhDsBQocMEgRw__&KeyPairId=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
5. В.В. Коломієць, аналіз особливостей використання окулярів нічного бачення пілотом вертольоту та їх впливу на безпеку польотів.

Георгієв Юрій Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>

Фот Ніна Валеріївна - Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242С, навчальної групи, Харків, Україна; email: ninuliafot13@gmail.com

Синюк Максим Андрійович - Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 252С, навчальної групи, Харків, Україна; email: maks7710728@gmail.com.

Georgiev Yuriy Viktorovich - Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Phot Nina Valeriivna - Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, cadet 242C, training group, Kharkiv, Ukraine; email: ninuliafot13@gmail.com.

Syniuk Maksym Andriyovych - Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, cadet 252C, training group, Kharkiv, Ukraine; email: maks7710728@gmail.com.

А. В. Колесник

ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ З ЗАХИСТОМ ВІД FPV-ДРОНІВ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЮ

Анотація: в даній тезі розглядаються інженерні споруди з інтегрованими засобами захисту від FPV-дронів у сучасних умовах ведення бою. Зважаючи на активне використання безпілотних літальних апаратів для розвідки та атак під час бойових дій, важливість протидії таким загрозам значно зростає. Основна увага приділяється методам захисту, які включають матеріали з високою стійкістю до ударів, засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), інфраструктуру з адаптивною геометрією та інтегровані системи виявлення і перехоплення дронів. Описуються переваги таких споруд у забезпеченні безпеки особового складу, техніки та важливих об'єктів, а також потенційний вплив новітніх технологій на покращення ефективності захисних систем.

Ключові слова: інженерні споруди, FPV-дрони, методи захисту від удару

Abstract: this thesis considers engineering structures with integrated means of protection against FPV drones in modern combat conditions. Due to the active use of unmanned aerial vehicles for reconnaissance and attacks during combat operations, the importance of countering such threats has increased significantly. The focus is on defence methods that include materials with high impact resistance, electronic warfare (EW), adaptive geometry infrastructure, and integrated drone detection and interception systems. The article describes the advantages of such structures in ensuring the safety of personnel, equipment and important facilities, as well as the potential impact of the latest technologies on improving the effectiveness of defence systems.

Keywords: engineering structures, FPV drones, methods of impact protection.

Вступ

FPV-дрони (дрони з першою особою) та їх використання в умовах бойових дій дає перевагу у виявленні цілей і точності нанесення ударів. Водночас, це змушує переглянути підходи до будівництва та захисту інженерних споруд, що застосовуються на передовій і в тилу. Захист від FPV-дронів є важливим аспектом забезпечення безпеки військових об'єктів, особового складу і техніки [1].

Основна частина

Загрози від FPV-дронів важко переоцінити, так як вони мають низку характеристик, які роблять їх особливо небезпечними у бойових умовах [1]:

- маневреність і швидкість. Так дрони здатні обходити перешкоди та швидко змінювати напрям руху, що дозволяє їм проникати навіть у важкодоступні місця. Особливо це небезпечно місць перебування особового складу;

- висока точність ураження. Так здатність оператора бачити об'єкт атаки «очима дрона» дозволяє здійснювати високоточне наведення, а саме головне виконувати коригування руху по місцю з врахуванням змін ситуації на полі бою;

- малі розміри і невелика вага. Через компактні розміри та низький рівень шуму, їх важко помітити на «безпечній» відстані і вони легко проникають через традиційні захисні конструкції (дверні отвори, бійниці тощо.).

- різноманіття бойового навантаження. FPV-дрони можуть нести невеликі вибухові заряди, здатні знищувати техніку, укріплення та особовий склад.

Для ефективного захисту від FPV-дронів сучасні інженерні споруди мають бути здатні як знижувати ризик ураження, так і виявляти або знищувати дрони ще до досягнення ними цілі. Серед інженерних рішень для захисту можна виділити наступні:

- захисні бар'єри і сітки. Використання захисних сіток із дрібними осередками або тканинних бар'єрів довкола критичних об'єктів може бути ефективним способом захисту. Такі

сітки перешкоджають проходженню дронів, захищаючи техніку, персонал і обладнання. Оскільки FPV-дрони зазвичай маневрують на висоті до 50 метрів, сітки потрібно розташовувати на висоті та відстані, достатніх для затримання або перенаправлення дронів подалі від об'єкта (особового складу);

- підземні укриття і захисні куполи. Для зниження ймовірності прямого ураження критичні об'єкти доцільно розміщувати під землею або в укриттях із залізобетону. Крім того, можна застосовувати захисні куполи, які роблять проникнення дрона у споруду неможливим. Куполи можуть бути посилені металевими пластинами або сітками, що зменшує ризик ураження навіть при вибуху дрона над поверхнею укриття. Додатковим захистом може служити поворот коридору під 90^0 перед входом до укриття, так як зменшує можливість для маневру оператора дрона та забезпечує особовий склад від наслідків вибуху заряду дрона;

- протидронові системи спостереження та виявлення. Застосування радарних, оптичних та акустичних систем допомагає виявляти дрони ще на підльоті. Сучасні засоби виявлення здатні фіксувати дрони навіть при їх низькому профілі, що дає можливість завчасно попередити атаки [2]. Такі системи можуть використовуватись як окремо, так і інтегруватися з іншими засобами оборони для автоматизованого реагування;

- протидронові перешкоди і засоби РЕБ. Системи радіоелектронної боротьби (РЕБ) здатні ефективно блокувати сигнали управління між оператором і дроном, що робить FPV-дрон некерованим і часто призводить до його падіння. Антени для генерації перешкод доцільно розміщувати навколо критичних об'єктів або мобільних укриттів, що забезпечує зону захисту від дронів;

- вогневі засоби для знищення дронів. Для ефективного знищення дронів на підльоті можна використовувати кулемети, автоматичні гранатомети, спеціалізовані рушниці та лазерні установки та ін. Важливо, щоб засоби ураження мали достатню точність і були розташовані на вигідних позиціях. Додатково можна використовувати автоматичні системи, оснащені штучним інтелектом для ідентифікації та ураження дронів, що дозволяє оперативніше реагувати на загрозу, розміщені на ключових позиціях інженерних споруд.

Захист від FPV-дронів носить комплексний характер і включає також елементи маскуванню та зниження електромагнітної видимості об'єктів:

- маскувальні сітки дозволяють знизити видимість укріплень для оптичних камер дронів;
- радіопоглинаючі матеріали можуть зменшувати радіолокаційну помітність об'єктів, що ускладнює їх виявлення;

- електромагнітне маскуванню (створення «радіо тиші») надає додатковий рівень захисту від розвідки та атак;

Додатково укриття можна доповнювати протидроновими міні-дронами або навіть звичайними FPV-дронами, налаштованими на патрулювання. Такі дрони можуть запускатися автоматично при виявленні загрози і здійснювати захоплення або знищення ворожого FPV-дрона ще на підльоті. Вони ефективні при застосуванні у великих масштабах та можуть інтегруватися з іншими засобами оборони для повного захисту периметру.

Інженерні споруди з захистом від FPV-дронів є відносно новим напрямком, що вимагає постійного вдосконалення [3]. Основними викликами залишаються на сьогоднішній день:

- постійне вдосконалення дронів. FPV-дрони стають швидшими, маневренішими і важче виявляються радіолокаційними системами;

- необхідність швидкого розгортання. В умовах активних бойових дій критично важливо мати можливість оперативного встановлювати захисні та маскувальні елементи.

- економічна ефективність. Вартість захисних заходів має бути виправданою порівняно з загрозою, яку становлять дрони.

Висновки

Інженерні споруди з захистом від FPV-дронів є важливим елементом сучасних військових операцій, що забезпечує зниження ризику втрат серед особового складу, техніки та об'єктів інфраструктури. Використання сіток, протидронових систем, укриттів, засобів РЕБ, вогневих засобів, а також активних систем захисту дозволяє ефективно протидіяти загрозі FPV-дронів та зберегти стратегічну перевагу в бою. Інженери та військові продовжують працювати

над інноваціями в цій галузі, щоб ефективно протистояти загрозі дронів і забезпечувати захист військ та критичних об'єктів у зонах бойових дій.

Список використаної літератури:

1. Олексенко, О., Місюк, Г., Ікаєв, Д., Коршок, В. і Палка, В. (2024) «Основні тенденції застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні», збірник наукових праць державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 21(3), с. 99-105. [doi: 10.37701/dndivsovt.21.2024.12](https://doi.org/10.37701/dndivsovt.21.2024.12).

2. Баган, В., Костюк, В., Купріненко, О. і Жирна, О. (2024) «Науково-методичний підхід визначення ступеня небезпеки повітряної цілі розрахунком бойової машини з турельною кулеметною установкою», збірник наукових праць державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 21(3), с. 14-22. [doi: 10.37701/dndivsovt.21.2024.02](https://doi.org/10.37701/dndivsovt.21.2024.02).

3. Болотов, Г., Приступа, А., Степенко, С., & Пархомець, В. (2024). Обґрунтування типу мультикоптерного дрону для використання у складі мультиагентних систем. Технічні науки та технології, (2 (36), 162–172. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2\(36\)-162-172](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-2(36)-162-172).

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Kolesnik Andrii V. - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

В. С. Горбенко, О. В. Малік, О. О. Клімішен

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОТИЗЛЕДЕНІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ВЕРТОЛЬОТУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ КРАЇН НАТО

Анотація: у даній роботі проведено аналіз факторів та умов появи льоду на елементах конструкції вертольоту. Проаналізовано метеорологічні параметри зледеніння, види зледеніння та їх наслідків, заходи запобігання процесу льодоутворення на елементах конструкції вертольоту. Розглянуто засоби сигналізації зледеніння. Запропоновані пропозиції щодо вдосконалення протизледенільної системи військово-транспортного вертольоту, що полягають у виборі конкретної схеми датчика зледеніння, а саме EW164, а також у застосуванні дублюючої рідинної системи та розроблена 4-х позиційна система керування всією протизледенільною системою військово-транспортного вертольоту, запропонована електротеплова система несучого та рульового гвинтів. Для захисту вхідного такту двигуна від потрапляння льоду запропоновано нову форму пилозахисного пристрою на основі аналогу – пристрою компанії Pall Corporation США.

Ключові слова: вібраційний датчик, датчик сигналізації льодоутворення, протизледенільна система, повітряне судно, перетворювач, пилозахисний пристрій.

Annotation: in this paper, an analysis of the factors and conditions of the appearance of ice on the elements of the helicopter design was carried out. Meteorological parameters of icing, types of icing and their consequences, measures to prevent the process of ice poisoning on the elements of the helicopter structure were analyzed. The means of icing signaling are considered. Proposed proposals for improving the anti-icing system of a military transport helicopter, consisting in the selection of a specific icing sensor circuit, namely EW164, as well as the application of a redundant liquid system and a developed 4-position control system for the entire anti-icing system of a military transport helicopter, a proposed electrothermal system carrier and steering propellers. To protect the input stroke of the engine from the ingress of ice, a new form of dust protection device based on an analogue - a device from Pall Corporation of the USA - has been proposed.

Keywords: vibrationsensor, icingdetectionsensor, anti-icingsystem, aircraft, converter, dustprotectiondevice.

Збройні сили сучасного світу постійно вдосконалюють своє воєнно-технічне забезпечення з метою забезпечення безпеки та ефективності в оперативних умовах. У цьому контексті велике значення має розробка та вдосконалення протизледенільних систем для військово-транспортних вертольотів, оскільки вони забезпечують оптимальні умови для функціонування цих повітряних засобів в різних погодних умовах та на різних теренах.

Актуальність роботи обумовлена відсутністю на даний момент комплексного підходу до вдосконалення протизледенільних систем, а існуючі пропозиції стосовно неї стосувалися лише вдосконалення сигналізаторів зледеніння.

У контексті потреб сучасного військового літакобудування та експлуатації, зокрема у період пошуку та впровадження нових рішень, необхідно враховувати накопичений досвід країн-членів НАТО, які є лідерами у сфері розвитку військової авіації та військово-технічного комплексу в цілому. Відзначаючи їхні досягнення та вдосконалені практики у сфері протизледенільних систем для вертольотів, можна знайти цінні ресурси для вдосконалення вітчизняних розробок та підходів.

Аналіз технічних рішень, які застосовуються на вертольотах країн НАТО для запобігання утворенню льоду на конструкції, є важливим кроком у розробці ефективних та надійних протизледенільних систем. Цей аналіз дозволить виявити передові підходи та технології, які можна використовувати для подальшого вдосконалення систем безпеки вертольотів.

Протизледенільна система військово-транспортного вертольоту Мі – 8 має певні недоліки, серед яких:

- відсутність дублювання каналів;

- відсутність контролю технічного стану складових частин зазначеної системи у польоті;
- велике споживання електроенергії.

Складна система повинна мати дублювання своїх каналів, задля більш надійної експлуатації і ефективності роботи. На вертольоті Мі-8, система захисту від льоду вхідних трактів двигунів використовує електричний обігрів, а обдув гарячим повітрям, яке береться від компресора двигуна йде як дублювання цієї системи захисту. Проте є частина протизледенільної системи, яка не має дублюючих систем, а саме система, яка відповідає за захист скла кабіни екіпажу від утворення льоду, яка потребує вдосконалення.

Для поліпшення загальної роботи ПЗС необхідно:

1. Поліпшення окремих компонентів системи.
2. Підвищити надійність.
3. Знизити затрати електроенергії протизледенільної системи вертольоту.

Також вибирайте новітні, більш актуальні датчики, які використовують різні фізичні принципи роботи та вдосконалити структурні схеми.

Система обігріву скла льотчика від льодоутворення є важливою системою для вертольоту Мі-8 і при її виході з ладу в умовах обмерзання погіршиться робота ПС і професійні якості льотчиків.

Для обігріву скла кабіни використовуються поверхневі або дротяні нагрівальні елементи. Система працює справно, коли виділяється достатня енергія 0,77 Дж/с і напруга яка подається на скло становить 0,66 Вт/см.

Таке негативне явище було зафіксовано під час тривалої експлуатації пілотами вертольота Мі-8 системи обігріву лобового скла, коли нагрівальний елемент виходить з ладу, скло руйнується, зменшуючи видимість пілота та міцність скла, що може призвести до повного руйнування в польоті.

Задля уникнення розтріскування скла в польоті або ж повного його руйнування, слід вдосконалити систему обігріву скла. А саме розробити дублюючу рідинну систему протидії льоду.

Для того, щоб створити дублюючу (рідинну) систему слід встановити додаткове обладнання:

1. Бак об'ємом 18 літрів з рідиною протидії льодоутворення;
2. Насос;
3. Трубопровід;
4. Клапан;
5. Кран для перемикання;
6. Розприскувач рідини протидії льоду та склоочишувач.

Поряд з роботою насоса може бути встановлений електричний демпфер, який працює автоматично для подачі рідини в розбризкувач по сигналу датчика зледеніння. Якщо зледеніння буде виявлено льотчиками візуально, то можливе ручне вмикання.

Рідина для омиву може бути різна і вартість також. Пропонується використовувати рідини з протизледенільними властивостями, а саме:

- Пропіленглюколь (вартість від 30 грн за 1 л);
- Етиловий спирт (вартість від 35 до 65 грн за 1 л);
- Протизледенільний реагент DeicePower (вартість від 40 грн за 1 л);
- Kill Frost (вартість від 300 грн за 1 л).

Для управління 4 – секційною протизледенільною системою вертольота пропонується створити наступну схему, об'єднавши вібраційний датчик та терморезистор

Принцип роботи вібраційного датчика та терморезистора полягає в зміні власної частоти вібрації чутливого елемента датчика – мембрани при появі на ній льоду (частота вібрації мембрани залежить від її жорсткості), терморезистор змінює електричний опір від температури повітря ззовні з підсиленням та видачею в програмний механізм управління типу ПМК-21.

Канал сигналізації зледеніння призначений для перетворення сигналу від датчика і подачі сигналу " зледеніння ", коли товщина крижаного покриву на поверхні датчика збільшується до порогового значення $0,5 \pm 0,2$ мм відповідно.

Канал автоматичного керування, який використовується для включення системи, призначений для перетворення температури зовнішнього повітря (зміни опору терморезистором) у часі в залежності від температури і попередження екіпажу про падіння температури, при якому ефективна робота системи обмерзання з лопатей несучого гвинта вертольота неефективна. Цей канал також подає сигнал на активацію нагрівальної секції лопатей несучого гвинта і хвостових гвинтів вертольота.

Щоб забезпечити повне видалення льоду з чутливих поверхонь, потрібна затримка t – сигналу для відключення нагріву датчика. Затримка сигналу зледеніння необхідна для забезпечення його безперервності під час польотів в зоні обмерзання.

Таким чином, вдосконалення протизледенільної системи вертольота Мі-8 шляхом введення дублюючої рідинної системи обігріву скла та використання новітніх технологій підвищить її надійність, зменшить споживання електроенергії та забезпечить безпеку польотів в умовах обмерзання.

Протизледенільна система повітрязабірників призначена для запобігання утворенню та видалення льоду з вузлів пілозахисного пристрою, повітря забірників, термокомпенсаторів, насосів–регуляторів, двигунів.

ПЗС повітрязабірників і ПЗП виконана змішаною: деякі агрегати нагріваються гарячим повітрям від компресора двигуна, в той час як інші нагріваються електричним струмом за допомогою спеціальних накладок. Ланцюг електроживлення підключений до шини трьохфазного змінного струму напругою 200В і частотою 400 Гц.

Для забезпечення стабільного температурного поля нагрівальної накладки при різних температурах зовнішнього повітря між обшивкою та електроізоляцією передньої та задньої частин обтікача встановлено по два термодатчики ТД-2, працюючих з терморегуляторами ТЭР-1М. Зміна температури елемента ПЗП, на який наклеєний термодатчик, викликає зміну опору термодатчика. Виникає розбаланс вимірювального мосту регулятора і він спрацьовує.

Вдосконалення пілозахисного пристрою полягає в наступному. Встановлення на вертоліт Мі-8 пілозахисний пристрій модульного типу "Centrisep" QB0977/QB0978 компанії Pall Corporation (США), який призначений для очищення повітря, що надходить у двигун, захисту двигуна від пошкоджень сторонніми предметами, піском, пилом, снігом та льодом.

При використанні ПЗП Pall Centrisep втрати потужності двигуна мінімальні, завдяки рівномірному розподілу вхідного потоку та відсутності потреби забору повітря від компресора двигуна. Головною перевагою цього пристрою є те, що змінюється форма ПЗП.

Існуючі ПЗУ мають сферичну форму, внутрішня конструктивна побудова якої сприяє накопиченню конденсату, а потім і льоду у конструктивних полостях нерівномірно. При зриву льоду він може потрапити у вхідний тракт двигуна та пошкодити лопатки компресора.

Запропонована форма ПЗП унеможливує нерівномірне наростання шару льоду у внутрішніх полостях. Лід утворюється рівномірним шаром незначного обсягу (кілька мікрон). І таким чином, встановлення такого типу ПЗП покращить роботу вертольота Мі-8 в будь-яких метеорологічних умовах.

Отже, зледеніння вертольотів, зокрема їх лопатей і скла кабіни льотчика, представляє серйозну загрозу безпеці польотів через негативний вплив на аеродинамічні характеристики та потенційні пошкодження конструктивних елементів. Для ефективної протидії цьому явищу необхідно застосовувати надійну протизледенільну систему.

Аналіз різних типів сигналізаторів зледеніння показав, що найбільш ефективними є механічні (вібраційні) сигналізатори типу EW 164, які відзначаються високою надійністю та точністю виявлення льодоутворення (0,3мм) без хибних сигналів. Пневматичні, електротермічні та радіоізотопні сигналізатори мають свої переваги, але не забезпечують такої ж ефективності, надійності та швидкодії.

Запропоноване технічне рішення для захисту скла кабіни екіпажу від льоду за допомогою електрообігріву та рідинної системи омиву є інноваційним та економічно можливим. Використання протизледенільних рідин різної вартості дозволить підвищити економічну ефективність системи.

Для управління 4 – секційною протизледенільною системою вертольота пропонується створити двоканальну схему керування, об'єднавши вібраційні датчики та терморезистор. Данна схема замінить існуючий програмний механізм ПМК-21ТВ.

Оптимізація конструкції електротеплової системи захисту, яка включає зменшення ваги струмових трансформаторів та використання операційних підсилювачів і тиристорних ключів, дозволить покращити загальну ефективність системи та знизити витрати на її обслуговування.

Запропонована форма пілозахисного пристрою (ПЗП) усуває недоліки сферичних конструкцій, забезпечуючи можливість рівномірного утворення шару льоду та знижуючи ризик пошкодження лопаток компресора. Знижуються втрати потужності двигунів (втрата потужності – не більше 3%).

ПЗП аналогу компанії Pall Centrisep (США) має вищий коефіцієнт корисної дії, який досягає 90%, проти 70–75% у штатного пристрою. Це значно підвищить надійність та ефективність роботи двигуна вертольота Мі–8 в умовах зледеніння.

Список використаних джерел

1. С.В. Вітенко; Я.О. Зорин; А.В. Овчарук. Можливості модернізації протизледенільних систем літальних апаратів/Тези 8-ї конференції ХНУПС ім. І. Кожедуба, 18 – 19 квітня, 2012. С.92.
2. Технічне обслуговування протизледенільного обладнання вертольоту Ми-8: Метод. вказівки до практ. занять/ М.М. Тіщенко, В.С. Юрьєв, -К: НАУ, 2006, 52 с.
3. Theworldofhelicoptericeprotectionsystems. – [Електроннийресурс]. – Режимдоступу:<https://www.airmedandrescue.com/latest/long-read/world-helicopter-ice-protection-systems>.
4. С.Ю. Маренич, О.О. Абрикосов. Обґрунтування другого режиму ПОС вертольоту Ми-8МТ. Системи озброєння та військова техніка, 2010, №3 (23). С. 9 -11.
5. В.М. Кривонос, О.О. Клімішен, О.В. Цемма, Р.В. Василенко. Вдосконалення систем усунення льодоутворення на елементах конструкції вертольоту. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2020. №2 (12). С. 1-4.
6. Горбенко В.С. Протизледенільна система, датчики та сигналізатори зледеніння на БпЛА. Науково-практична конференція ІАФ ХНУПС “Безпілотна авіація у сучасній збройній боротьбі”: тези доповідей, 7 грудня 2023 року. – Х.: ХНУПС 2023. – 68 с.
7. Горбенко В.С. Розробка пропозицій щодо вдосконалення протизледенільної системи військово-транспортного вертольоту з урахуванням досвіду експлуатації вертольотів країн НАТО. XX наукова конференція курсантів та студентів ХНУПС: тези доповідей, 14 – 16 травня 2024 року. – Х.: ХНУПС 2024. – 44 с.

Горбенко Віталій Сергійович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. М. Кожедуба, м. Харків, слухач 252С навчальної групи, email: vitaliygorbenko791@gmail.com.

Малік Олександра Віталіївна – Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. М. Кожедуба, м. Харків, слухач 252С навчальної групи, email: malikoleksandra0@gmail.com.

Клімішен Олексій – Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. М. Кожедуба, м. Харків, старший викладач кафедри № 203, email: kl_s_kh@ukr.net.

Vitaliy Serhiyevich Gorbenko – I.M. Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, student of the 252C study group, email: vitaliygorbenko791@gmail.com.

Oleksandra Vitaliyivna Malik - I.M. Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, student of the 252C study group, email: malikoleksandra0@gmail.com.

Oleksiy Klimishen - Kharkiv National University of the Air Force named after I. M. Kozhedub, Kharkiv, senior lecturer of department No. 203, email: kl_s_kh@ukr.net.

Д. В. Тодоренко, М. В. Малюта

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Анотація: Альтернативні джерела енергії для автомобілів стають все більш актуальними на фоні глобальної екологічної кризи та зменшення запасів традиційних викопних видів пального. До таких джерел належать водневе та, біопаливо. Використання цих технологій дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу та залежність від нафти, що сприяє розвитку сталого транспорту. Однак існують виклики, пов'язані з їх поширенням, такі як висока вартість, обмежені виробничі потужності для виробництва та питання зберігання для деяких видів такого пального. Тема вивчення альтернативних джерел енергії для автомобілів є важливою для майбутнього транспортної системи та збереження довкілля.

Ключові слова: водень, біоетанол, біодизель.

Annotation: Alternative energy sources for automobiles are becoming increasingly relevant in the context of the global environmental crisis and the depletion of traditional fossil fuels. These sources include hydrogen and biofuels. The use of these technologies reduces harmful emissions into the atmosphere and dependence on oil, which promotes the development of sustainable transportation. However, there are challenges associated with their adoption, such as high costs, limited production capacities, and storage issues for certain types of fuels. The study of alternative energy sources for automobiles is crucial for the future of the transportation system and environmental preservation.

Keywords: hydrogen, bioethanol, biodiesel.

Водень

Бензин та дизель не є ідеальним паливом для автомобіля. І справа не тільки у вартості цих нафтопродуктів чи шкідливих викидах від їхнього горіння.

Коефіцієнт корисної дії (далі ККД) бензинових двигунів становить 35 %, дизельних – 50 %. Для порівняння, ККД паливного елемента авто, що працює на суміші водню й повітря, може перевищувати 85 %.

Відповідно до наукових праць українських та іноземних вчених, найлегше вплинути на інтенсивність згорання бензину чи дизелю завдяки активувальним домішкам водню або водневмісних сполук.

Водень переважно отримують з викопних джерел. Самостійно його можна отримати шляхом електролізу – розщепленням води на водень і кисень під дією електричного струму.

Для генерації водню в Європі досить поширені системи з використанням продуктів гідролізу, оскільки вони дешеві, очищують вихлоп: вміст чадного газу і вуглеводнів зменшується у півтора рази, оксидів нітрогену – до п'яти разів. А для дообладнання автомобіля такими водневими системами не потрібно змінювати конструкцію двигуна.

Суміш 66 % водню та 33 % кисню створюють газ Брауна низької концентрації. Цей газ вирівнює компресію автомобіля, збільшує ресурс двигуна та економить до 15 % пального. Але варто враховувати, що водень сприяє незначній корозії, тому автомобілі які використовують водень як пальне слід оснащувати спеціальними паливними системами

Воднева система на автомобіль монтується під капотом або в багажник. Вона безперебійно виробляє водневий газ та подає через повітряний патрубок у камеру згорання воднево-кисневу суміш. Виробляється водень з дистильованої води та очищує двигун зсередини та перешкоджає утворенню вуглецевих відкладень, розкоксує компресійні кільця та очищує каталізатор, сажовий фільтр, поршні та поршневі кільця, випускний колектор, свічки запалювання, форсунки, датчик кисню та рециркуляційний клапан, збагачує пальне додатковою енергією, збільшує ККД основного пального та зменшує його витрати до 15 %.

Завдяки такій установці витрата пального зменшується на 1-2 л. на 100 км. Водень при цьому не накопичується і не зберігається, а одразу подається у камеру згорання, де спалюється разом з основним паливом.

Однією з основних переваг водневих автомобілів є їхні екологічні характеристики. Водневі автомобілі використовують водень як джерело енергії, і при цьому утворюють лише воду та тепло як продукти згоряння. У порівнянні з традиційними бензиновими та дизельними автомобілями, які викидають в атмосферу шкідливі гази та частки, водневі автомобілі значно менше навантажують навколишнє середовище. Це робить їх привабливим вибором для тих, хто прагне зменшити вплив автомобільного транспорту на забруднення повітря та кліматичні зміни.

Водневі паливні елементи, які використовуються у водневих автомобілях, мають високу ефективність конвертації енергії. Порівняно з традиційними двигунами внутрішнього згоряння, паливні елементи дозволяють ефективніше перетворювати хімічну енергію водню на електричну енергію та, таким чином, приводити автомобіль в рух. Це може призводити до зменшення споживання. Використання водневих автомобілів може сприяти забезпеченню енергетичної безпеки у країні. Застосування водню як пального ресурсу розширює різноманіття джерел енергії та допомагає зменшити залежність від обмежених природних ресурсів, таких як нафта та природний газ. Це може мати важливе значення для країн, які інтенсивно залежать від імпорту енергоресурсів.

Впровадження водневих автомобілів стимулює розвиток технологічних інновацій у сфері виробництва та інфраструктури для водневого палива. Це може сприяти створенню нових робочих місць, підтримці досліджень та розвитку новітніх технологій, що в свою чергу сприяє розвитку економіки.

У світлі екологічних та енергетичних викликів сучасності, водневі автомобілі представляють значущий потенціал для зменшення викидів шкідливих речовин, розвитку сталої енергетики та підвищення енергетичної безпеки. Однак для широкого впровадження цієї технології необхідна дальша підтримка від уряду, розвиток відповідної інфраструктури та надійна система виробництва водню.

Недоліками такого виду пального є його легко займистість. Автомобілі, які обладнані водневими установками під час ДТП є доволі небезпечними через властивість водню вибухати.

Біодизель

Головна перевага дизельних двигунів внутрішнього згоряння полягає в тому, що спалюване в них паливо використовується з ефективністю 44 %, — в той час, коли в найкращих бензинових двигунах — 25–30 %.

Крім того, дизельне паливо має трохи вищий показник щільності енергії за обсягом, ніж бензин. Це робить дизельні двигуни здатними досягати набагато кращої економії палива, ніж у бензинових транспортних засобах.

Біодизель має нижчу щільність енергії, ніж викопне дизельне паливо, через що, транспортні засоби на біодизелі, не зовсім здатні конкурувати в плані економії палива у порівнянні з транспортними засобами на викопному дизельному (якщо дизельні системи упорскування не налаштовуються для нового виду палива).

Якщо упорскування змінюється з урахуванням вищого цетанового числа, то різниця у вартості біодизеля в економіці незначна. Завдяки тому, що біодизель містить більше кисню, ніж викопне дизельне паливо, він виробляє найнижчі викиди серед застосування у дизельних двигунах, і нижче, в більшості викидів, ніж у бензинових двигунах. Біодизель має більш високі змащувальні якості, ніж мінеральне дизпаливо.

Недоліком такого виду пального є висока ціна та вимоги до якості виробництва та зберігання, оскільки при порушенні норм воно втрачає свої властивості та піддає корозії паливну систему

Біоетанол

Біоетанол — це етанол, який отримують у процесі переробки рослинної сировини для використання як біопаливо або паливну добавку. Світове виробництво біоетанолу як альтернативного пального для транспорту зросло з 17 млрд. л. у 2000 до 52 млрд. л. у 2007.

Біоетанол використовується переважно в Бразилії та Сполучених Штатах, і разом ці країни забезпечили у 2008 році 89 % світового виробництва етанолу. Більшість автомобілів

США можуть працювати на суміші 10 % біоетанолу та бензину, це законодавчо закріплено в деяких штатах і містах. З 1976 року бразильський уряд зробив обов'язковою суміш біоетанолу з бензином, а з 2007 року обов'язковою є суміш 25 % етанолу та 75% бензину (суміш E25). Етанол у Бразилії виробляється переважно з цукрової тростини, а в США — з кукурудзи. В Бразилії продаються автомобілі, які можуть їздити на суміші етанолу і бензину у будь-якій пропорції, так звані lex-fuel vehicle - автомобілі. Управління енергетичною інформацією США (EIA) зазначає, що до 2015 року на частку біопального припадатиме до 2,3 % спожитого у світі палива, а до 2030 року — до 7,0 %.

Біоетанол, на відміну від нафти, є однією з форм використання поновлюваних джерел енергії, які можна отримати з сільськогосподарської сировини. Його можна виготовляти з цукрової тростини, картоплі, маніоку та кукурудзи. Проте дискусійним є питання користі заміни бензину біоетанолом. Занепокоєння з приводу його виробництва й використання викликає велика кількість орних земель, необхідних для сільськогосподарських культур, а також витрати енергії та забруднення навколишнього середовища. Останні події у виробництві целюлозного етанолу й комерціалізація цього процесу можуть вирішити деякі з цих проблем.

Список використаних джерел:

1. Специфіка використання альтернативних джерел енергії https://utec.ua/blog/vikoristannya-alternativnih-dzherel-energiyi-u-transporti-pri-perevezennyah-z-kitayu#toc_2_0_3
2. Водневі автомобілі: основна інформація <https://ukr-prokat.com/blog/vodnevi-avtomobili-osnovna-informatsiya.html>
3. Воднева система для авто: економія пального з користю для екології https://zaxid.net/vodnaya_sistema_dlya_avto_ekonomiya_palnogo_z_koristyu_dlya_ekologiyi_n1546615
4. Водневий двигун https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD
5. Альтернативне автомобільне паливо https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B5_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE

Тодоренко Дмитро Віталійович, студент кафедри Автомобільного транспорту та менеджменту, email: todorenkodima77@gmail.com Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Малюта Максим Васильович, студент кафедри Автомобільного транспорту та менеджменту, email: ttallo554@gmail.com Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Todorenko Dmytro Vitaliyovych, student of the Department of Automotive Transport and Management, email: todorenkodima77@gmail.com Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Malyuta Maksym Vasyliovych, student of the Department of Automotive Transport and Management, email: ttallo554@gmail.com Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

А. О. Красноручський, Я. О. Вишнівський, О. А. Курман, Д. В. Васекін

РОЗРОБКА ПОРТАТИВНОГО РАДІОПРИЙМАЧА АВІАЦІЙНОГО ДІАПАЗОНУ В ІНТЕРЕСАХ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

***Анотація:** на підставі аналізу сучасних підходів, що до обслуговування повітряних суден в нештатних місцях дислокації під час ведення бойових дій, оцінюються можливості розробки нових засобів що сприятимуть підвищенню ефективності обслуговування повітряних суден під час підготовки до бойового застосування.*

***Ключові слова:** зв'язок, радіостанція, налаштування, розробка, надійність.*

Based on the analysis of modern approaches to the maintenance of aircraft in non-standard places of deployment during hostilities, the possibilities of developing new means that will contribute to increasing the efficiency of aircraft maintenance during preparation for combat use are evaluated.

***Key words:** communication, radio station, settings, development, reliability.*

Повномасштабне вторгнення росії в Україну стало потужним каталізатором для розвитку вітчизняної оборонної промисловості. Одним з найважливіших викликів сучасної авіації є забезпечення ефективної технічної діагностики та обслуговування повітряних суден, особливо вертольотів, які переважно більшість часу дислокуються на польових майданчиках та оперативних аеродромах виконуючи бойові завдання. Нестабільність енергопостачання, обмеженість простору для обслуговування та відсутність спеціалізованого обладнання значно ускладнюють проведення перевірок працездатності бортового обладнання під час підготовки повітряних суден до бойового застосування. Саме тому, в даний час є актуальним розробка технічних засобів які б допомогли інженерно-технічному складу в підготовці повітряних суден до польотів.

Так наприклад, спеціалісти інженерно-технічного складу за спеціальністю радіоелектронне обладнання літаків вертольотів та ракет, в процесі обслуговування повітряних суден та підготовки їх до бойового застосування проводять заходи з переналаштування бортових засобів зв'язку на нові радіоданні. Ці заходи проводяться з підвищеною періодичністю з метою забезпечення конфіденційності переговорів екіпажу повітряного судна. В цьому випадку, особливо гостро постає проблема забезпечення інженерно-технічного складу мобільними засобами ультракороткохвильового радіозв'язку авіаційного діапазону, необхідними для перевірки правильності набору частоти бортових засобів командного радіозв'язку та проведенні заходів з перевірки працездатності бортових авіаційних радіостанцій перед їх використанням. Це критично важливо для забезпечення надійного зв'язку під час виконання бойових завдань. Зважаючи на те, що на даний час в підрозділах інженерно-авіаційної служби для виконання вищезазначених заходів використовуються алгоритм технічного обслуговування при якому зв'язок встановлюється з аналогічними бортовими засобами зв'язку, що встановлені на інших повітряних суднах. Зважаючи на те що повітряні судна не завжди дислокуються поруч та їх підготовка проводиться неодноразово, а також на те що в штатних бортових засобах зв'язку не передбачено регулювання потужності випромінювання, яку б бажано було б зменшувати для унеможливлення виявлення противником місця дислокації повітряного судна за сигналами випромінювання, постає необхідність в розробці мобільних засобів авіаційного ультракороткохвильового діапазону вітчизняного виробництва. Використовуючи досвід професійної діяльності інженерно-технічного складу в ході підготовки повітряних суден до бойового застосування, а саме використання радіостанцій авіаційного діапазону фірми Icom IC-A24, були сформувані основні вимоги до розробки аналогів подібного обладнання вітчизняного виробництва:

1. Мобільність та компактність. Розроблений радіоприймальний пристрій повинен бути легким та зручним для транспортування, що дозволить інженерно-технічному складу ефективно використовувати його у польових умовах, що забезпечить можливість перевірки радіостанцій.

2. Простота в користуванні. Пристрій має бути простим у налаштуванні та експлуатації, для швидкої перевірки та правильності налаштування радіостанції.

3. Функціональність. Нова апаратура повинна виконувати ключові функції, такі як: перевірка правильності набору частоти, прийому та передачі сигналів, а також оцінку якості зв'язку. Це дозволить своєчасно виявляти можливі несправності та усувати їх.

4. Енергонезалежність. Пристрій повинен мати значний запас ємності акумуляторної батареї та низький рівень споживчої потужності.

5. Скритність. Можливість ручного регулювання потужності випромінювання радіосигналу.

Одним з ефективних рішень проблеми забезпечення інженерно-технічного персоналу є переносними ультракороткохвильовими засобами зв'язку є розробка приймача авіаційного діапазону частот. Такий пристрій має кілька суттєвих переваг, що роблять його доволі зручним для використання інженерно-технічним складом під час підготовки повітряних суден до польотів.

Основні переваги у використанні сучасного приймача авіаційного діапазону частот

1. Простота приймача у налаштуванні та експлуатації, що дозволить інженерно-технічному складу швидко перевіряти налаштування бортових радіостанцій та мінімізує можливість помилок.

2. Завдяки компактним розмірам і невеликій вазі, пристрій легко транспортувати, що є особливо важливим для польових умов. Технічний склад може завжди мати його з при собі.

3. Приймач працює від постійного джерела живлення напругою 12 вольт, що вирішує питання електроживлення. Для його живлення достатньо використовувати звичайний павербанк, елементами живлення якого є літій-іонні батареї, що робить його автономним і незалежним від стаціонарних джерел живлення.

4. Приймач охоплює діапазон частот від 118-136 МГц у режимі АМ, що відповідає частотам бортових авіаційних ультракороткохвильових радіостанцій, які встановлюються на повітряне судно (згідно вимог Міжнародна організація цивільної авіації) та 88-108 МГц у режимі FM, що не відноситься до авіаційного діапазону та дає змогу використовувати радіоприймач для прийому інформації від старшого інженера польотів в ході виконання заходів по забезпеченню польотів та технічному обслуговуванню повітряного судна. Це дозволить проводити перевірки налаштування радіостанцій на необхідні радіоданні, забезпечуючи при цьому стабільний та оперативний зв'язок.

Розробку схеми приймача пропонується виконати за супергетеродинним принципом побудови з одним перетворенням частоти. Попередні теоретичні розрахунки складових елементів та антено-фідерного пристрою та моделювання її роботи показали стабільну роботу приймача на відстані до 25 км в умовах ландшафту місцевості з перепадами висот до 15 метрів. Основний принцип його застосування полягає в тому, що один член технологічного розрахунку знаходиться на борту повітряного судна, де налаштовує бортову радіостанцію на визначену частоту, а інший член технічного розрахунку, маючи в своєму розпорядженні приймач авіаційного діапазону частот, перебуває поза повітряним судном й налаштовує туж саму частоту на портативному приймачі авіаційного діапазону. Коли налаштування завершено, технік на борту повітряного судна переходить у режим передачі та передає інформацію для перевірки. Інша сторона з приймачем, знаходячись на відстані, отримує повідомлення, що підтверджує правильність налаштування частот і роботу радіостанції в режимі "передача". Виникає питання, як повідомити екіпаж на борту про те, що налаштування радіостанції правильні та вона справна. В цьому випадку пропонується використовувати рацію FM діапазону частот. Отримавши інформацію через приймач, технік повідомляє через рацію, наприклад, "Чую розбираю добре. Переходимо на іншу частоту" озвучуючи цю частоту, що дозволяє іншій стороні зрозуміти, що радіостанція на передачу працює належним чином. Таким чином проводимо переналаштування частот у всьому діапазоні робочих частот радіостанції на визначених каналах зв'язку.

Список використаних джерел:

1. А. О. Красноруцький, В.В. Корепанов, І.В. Казьміров, М.М. Дігтярь, В.В. Жук : Бортові системи радіозв'язку. Частина 2. Ультракоткороткохвильові та аварійні бортові засоби зв'язку повітряних суден Збройних Сил України. Харків 2023
2. VHF FM Aircraft Receiver, URL: <http://electronics-diy.com/vhf-fm-aircraft-transmitter-receiver.php>
3. AIRCRAFT RADIO SYSTEM By J.Powel B~ CEng, MIERE, GrodIMA
4. Manual of Radiotelephony. International Civil Aviation Organization.Fourth Edition – 2007
5. Radio Communications Phraseology and Techniques, URL: https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap4_section_2.html
6. В.П. Харченко, Ю.М. Барабанов, М.А. Міхалочкін: Системи зв'язку та навігації. Навчальний посібник. Київ 2009
7. Aeronautical radio stations, URL: <https://www.caa.co.uk/commercial-industry/airspace/communication-navigation-and-surveillance/aeronautical-radio-stations/>

Красноруцький Андрій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету, e-mail: krasnorycki@ukr.net, Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. М. Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. М. Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Вишнівський Ян Олексійович – професор кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів інженерно-авіаційного факультету, e-mail: janvishnevski@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. М. Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0000-0009-4166-2334>, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Курман Олександра Андріївна – курсант інженерно-авіаційного факультету, e-mail: alehandra.kurman@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. М. Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3271-9533>, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Васекін Дмитро Вікторович – курсант інженерно-авіаційного факультету, e-mail: vasekindmitro@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. М. Кожедуба, м. Харків, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6140-9600>, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, вулиця Динамівська 3а, м. Харків, 61023.

Andrii Oleksandrovich Krasnorycki - candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of aircraft and helicopter aviation equipment of the aviation engineering faculty, e-mail: krasnorycki@ukr.net, I.M. Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>, Kharkiv National University of the Air Force named after I. M. Kozheduba, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

Oleksiiovich Yan Vyshnivskiy - professor of the Department of Aircraft and Helicopter Aviation Equipment of the Aviation Engineering Faculty, e-mail: janvishnevski@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after I. M. Kozheduba, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0000-0009-4166-2334>, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

Oleksandra Andriivna Kurman - cadet of the Aviation Engineering Faculty, e-mail: alehandra.kurman@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after I. M. Kozheduba, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3271-9533>, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

Dmytro Viktorovych Vasekin - cadet of the Aviation Engineering Faculty, e-mail: vasekindmitro@gmail.com, I.M. Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6140-9600>, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, 3a Dynamivska Street, Kharkiv, 61023.

К. К. Матвєєв, І. В. Віщун

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХИСТУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ОСНОВІ БЛОКЧЕЙН

Анотація: розглянуто впровадження блокчейн-технологій для захисту програмного забезпечення безпілотних авіаційних комплексів.

Ключові слова: блокчейн, безпілотний авіаційний комплекс, захист програмного забезпечення, кібербезпека.

Abstract: the introduction of blockchain technologies to protect the software of unmanned aircraft systems is considered.

Keywords: blockchain, unmanned aircraft complex, software protection, cyber security.

В сучасному світі стрімкий розвиток технологій вимагає створення ефективних рішень для забезпечення безпеки. Станом на 2021 рік, 45% респондентів зазначили, що їхні компанії працюють над безпечним обміном інформацією за допомогою блокчейну[2], що робить його найпопулярнішим варіантом використання цієї технології. Це свідчить про актуальність блокчейну як засобу підвищення безпеки та зниження ризиків кіберзагроз. Одним із перспективних рішень у цьому напрямку є впровадження блокчейн-технологій. Захист програмного забезпечення безпілотних авіаційних комплексів (далі - БпАК) стає критичним завданням, оскільки вони використовуються у військовій, комерційній та цивільній сферах.

Блокчейн, за визначенням ІВМ, є «спільним, незмінним реєстром, який сприяє процесу фіксації транзакцій та відстеження активів у бізнес-мережі»[3]. Це система, яка дозволяє безпечно, прозоро та економічно ефективно відстежувати будь-що, що має цінність. Назва «блокчейн» походить від того, що кожна транзакція записується у вигляді «блоку» даних. Такий блок може містити різні типи інформації, такі як кількість, ціна або місцезнаходження. Коли актив переходить від одного власника до іншого, блоки формують ланцюг, де зберігаються деталі кожної транзакції, включаючи час та послідовність. Однією з ключових переваг блокчейну є відсутність єдиної точки відмови. Кожен ланцюг незмінний, тому жоден учасник не може видалити або змінити блок. Це робить майже неможливим втручання у криптографічний ланцюг, оскільки для підтвердження точності кожної транзакції використовується узгоджений механізм консенсусу. Використання блокчейну у БпАК може забезпечити надійний захист програмного забезпечення та управління даними. Блокчейн дозволить фіксувати кожну операцію, пов'язану з польотами, передачу команд, оновлення програмного забезпечення та обмін інформацією між дронами й центрами управління. Таким чином, підrobка даних або хакерські атаки стають практично неможливими, оскільки кожен етап перевіряється та зафіксований у незмінному ланцюгу транзакцій.

Алгоритм роботи після впровадження блокчейну буде працювати так, що перед початком польоту його план та початкові команди заносяться в блокчейн. Це забезпечує їхню незмінність і захищеність, а також гарантує, що всі наступні дії дрона будуть базуватися на підтверджених і перевірених даних. Безпосередньо перед стартом безпілотний льотальний апарат (далі - БпЛА) отримує підтвердження, що команди пройшли перевірку та успішно занесені в останній блок ланцюга. Під час польоту, у разі отримання нових команд або зміни маршруту, БпЛА звертається до блокчейну для перевірки автентичності команд. Локальний клієнт, встановлений на дроні, перевіряє, чи збігається хеш нової команди з тим, що зберігається в блокчейні. Якщо автентичність підтверджується, дрон виконує отримані вказівки. Щодо оновлення програмного забезпечення, кожне оновлення підписується цифровим ключем розробника і проходить через блокчейн-мережу для перевірки. Оновлення буде встановлене на дрон лише після того, як усі вузли мережі підтвердять транзакцію, що забезпечує його безпеку і захист від підrobки. У випадку відмови зв'язку, БпЛА використовує кешовані правила і останні перевірені команди, що дає йому змогу безпечно завершити місію або повернутися на базу. Це гарантує надійність роботи навіть у складних умовах або при втраті з'єднання з центром управління. Проте, незважаючи на ці переваги, блокчейн-

технології мають і свої недоліки, які можуть стати викликом при їх впровадженні в систему БпАК. Його ресурсомісткість є важливою проблемою. Хоча використання легких клієнтів може зменшити навантаження, блокчейн все одно потребує значних обчислювальних ресурсів та енергії. Це особливо актуально для дронів, у яких ресурси, як обчислювальні, так і енергетичні, є обмеженими. Ще одним недоліком є затримки, які можуть виникати під час верифікації транзакцій. Якщо мережа блокчейну велика або перевантажена, це може спричинити затримки в обробці даних. У критичних місіях, таких як рятувальні операції або військові завдання, ці затримки можуть негативно вплинути на ефективність виконання місії. Також важливо врахувати складність реалізації блокчейн-технологій. Інтеграція блокчейну з існуючими системами управління дронами потребує значних інженерних зусиль і ретельної розробки, що може ускладнити впровадження.

В умовах війни впровадження блокчейн-технологій для захисту програмного забезпечення БпАК стикається з кількома значними викликами. Насамперед, складність та ресурсомісткість цієї технології роблять її важкою для реалізації в умовах обмежених ресурсів, де кожен дрон повинен бути максимально енергоефективним та швидко реагувати на зміну обстановки. Також нестабільність мережевих з'єднань у бойових умовах, особливо у віддалених або ворожих регіонах, значно ускладнює використання блокчейну, який потребує постійного і надійного зв'язку для ефективної роботи. Однак, попри всі ці труднощі, блокчейн має значний потенціал для підвищення безпеки та надійності дронів у майбутньому. Його здатність забезпечувати незмінність та автентичність команд і даних, знижувати ризики кібератак може стати важливим інструментом для підвищення інформаційного захисту ефективності БпАК. В перспективі, коли інфраструктурні обмеження будуть зняті, а технології стануть більш адаптованими, блокчейн може стати ключовим рішенням для забезпечення захисту програмного забезпечення БпАК і ефективного застосування БпЛА у військових операціях.

Список використаних джерел:

1. Chin K. The Role of Cybersecurity in Blockchain Technology | UpGuard. *Third-Party Risk and Attack Surface Management Software* | UpGuard. URL: <https://www.upguard.com/blog/the-role-of-cybersecurity-in-blockchain-technology> (дата звернення: 17.10.2024).
2. Global use cases for blockchain technology | Statista. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/878732/worldwide-use-cases-blockchain-technology/> (дата звернення: 17.10.2024).
3. IBM. What Is Blockchain? | IBM. IBM - United States. URL: <https://www.ibm.com/topics/blockchain> (дата звернення: 17.10.2024).
4. Rethinking Cybersecurity Through Blockchain. *Infosys Germany - IT Business Services & Consulting - Overview*. URL: <https://www.infosys.com/insights/cyber-security/cybersecurity-blockchain.html> (дата звернення: 21.10.2024).
5. UAVLance. An Overview Of UAV Hardware Components and Software. *Medium*. URL: <https://medium.com/@UAVLance/an-overview-of-uav-hardware-components-and-software-2df983222e31> (дата звернення: 17.10.2024).

Матвеев Кирил Костянтинович – слухач Кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kir28mat@gmail.com.

Віщун Ігор В'ячеславович – викладач Кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vishchunihor@gmail.com

Matveev Kyril Kostiantynovych – student of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kir28mat@gmail.com.

Ihor Vyacheslavovych Vishchun – lecturer at the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vishchunihor@gmail.com

А. В. Колесник

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ВОПА І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИЩЕНОГО ІНЖЕНЕРНОГО ШАХТНОГО ПРОХОДУ

Анотація: У тезі розглядаються основні підходи до вдосконалення системи зв'язку для військових опорних пунктів та забезпечення захищеного інженерного шахтного проходу. Проведено аналіз існуючих викликів до засобів зв'язку та їх ефективність у сучасних умовах ведення бойових дій. Особлива увага приділяється розробці та використанню новітніх технологій для захищеного зв'язку, а також інженерним заходам, що сприяють зміцненню безпеки підземних комунікаційних шляхів. На основі аналізу сучасних тенденцій у сфері безпечного зв'язку та інженерного захисту пропонуються практичні рекомендації для покращення системи зв'язку у ВОПах.

Ключові слова: системи зв'язку ВОПа, інженерний шахтний прохід, удосконалення систем зв'язку.

Abstracts: The thesis discusses the main approaches to improving the communication system for military strongholds and ensuring a secure engineering mine passage. An analysis of existing challenges to communications equipment and their effectiveness in the current conditions of warfare is carried out. Particular attention is paid to the development and use of the latest technologies for secure communications, as well as engineering measures to strengthen the security of underground communication routes. Based on the analysis of current trends in secure communication and engineering protection, practical recommendations are offered to improve the communication system.

Keywords: communication systems in mine workings, mine passage, improvement of communication systems.

Вступ

У сучасних умовах ведення бойових дій вдосконалення системи зв'язку та забезпечення захищеного інженерного шахтного проходу стають важливими елементами для підвищення ефективності та безпеки військових операцій. Захищений і надійний зв'язок дозволяє підрозділам діяти узгоджено, швидко реагувати на зміни в обстановці та знижувати ризики для особового складу [1]. Розглянемо основні аспекти вдосконалення системи зв'язку ВОПа (вогневої опорної позиції) і забезпечення захищеного шахтного проходу, а також технології, які сприятимуть цьому.

Основна частина

Вогнева опорна позиція є однією з ключових позицій на передовій, яка забезпечує захист та оборону певної території. Для ефективного функціонування ВОПа необхідна якісна система зв'язку, яка дозволяє координувати дії підрозділів та миттєво обмінюватися інформацією. Основні виклики, пов'язані з організацією зв'язку на ВОПі можна виділити такі як [1, 2]:

- вразливість до перехоплень. Використання незахищених каналів зв'язку може призвести до витоку конфіденційної інформації;
- забезпечення безперебійності зв'язку. Умови ведення бойових дій часто ускладнюють стабільну роботу зв'язкових систем через руйнування інфраструктури або глушіння;
- швидке оновлення інформації. У бойових умовах важлива оперативність передачі даних для своєчасного реагування на загрози.

Так виходячи з вище викладених викликів для забезпечення надійного і безперебійного зв'язку можна застосовувати такі технологічні рішення:

- шифрування каналів зв'язку. Сучасні засоби шифрування забезпечують захист від перехоплення та декодування ворожими силами [3].

- резервування каналів зв'язку. Для підвищення надійності зв'язку на ВОПі може використовуватися резервування з використанням різних каналів передачі даних, таких як супутниковий зв'язок, радіозв'язок та оптоволоконні лінії.

- мережеві пристрої нового покоління. Використання надійних і компактних мобільних систем передачі даних, які можуть бути швидко розгорнуті на полі бою.

Інженерний шахтний прохід забезпечує не тільки приховане пересування особового складу, але й захист від ударів і вибухів. Для вдосконалення системи зв'язку вогневої опорної позиції (ВОП) і забезпечення захищеного каналу передачі інформації можна використовувати інженерний шахтний прохід.

При проектуванні інженерного шахтного проходу слід врахувати наступні рекомендації [4]:

- розташування. Шахтний прохід слід розміщувати під землею, на глибині, яка забезпечить захист від зовнішнього впливу (артилерійських обстрілів, авіаударів тощо). Орієнтовна глибина повинна бути не меншою за 1,5–2 метри;

- ступінь захищеності. Стіни проходу потрібно зміцнити бетонними або сталевими конструкціями також можна використовувати піщано-цементні блоки. Двері, що витримують вибухи і удари, забезпечують безпеку на вході і виході з проходу;

- виходи (шляхи відходу). Забезпечити кілька виходів для безпечної евакуації та додаткового постачання необхідних ресурсів.

- світлове та комунікаційне обладнання. Використання енергоефективного світлодіодного освітлення та надійних кабелів зв'язку для безпечного пересування і координації дій.

При цьому ставляться і вимоги для прокладення кабельних ліній зв'язку, зокрема:

- захист кабелів: Використання захищених, облетених кабелів (типу ВВГ або броньованих кабелів) з додатковою ізоляцією допоможе запобігти пошкодженню.

- кабельні канали. Прокладання кабелів у спеціальних кабельних каналах чи трубах у шахтному проході для кращого захисту від механічних пошкоджень та вологи.

- резервні лінії: Рекомендовано встановити дублюючі лінії зв'язку, які можуть використовуватись у разі пошкодження основних.

Основними перевагами комплексного підходу до вдосконалення системи зв'язку ВОПа та інженерного шахтного проходу є:

- підвищення мобільності та оперативності. Завдяки покращенню зв'язку, підрозділи можуть швидше реагувати на загрози та переміщатися в безпечні місця. Крім того, вчасно проводити поточні та капітальні ремонти обладнання та обслуговування в цілому;

- захист інформації та особового складу. Нові технології забезпечують надійний захист від витоку даних і підвищують рівень безпеки для особового складу.

- зменшення ризиків при проведенні операцій. Захищений шахтний прохід дозволяє знизити ризики для бійців, що особливо важливо при проведенні спецоперацій.

Основним недоліком влаштування захищеного інженерного шахтного проходу є затрати часу та ресурсів (фінансів) на виконання будівельних робіт і необхідність дотримання технології виконання робіт згідно розробленої технологічної карти.

Висновки

Вдосконалення системи зв'язку ВОПа та забезпечення захищеного інженерного шахтного проходу є пріоритетом для підвищення ефективності та безпеки військових підрозділів. Розробка та впровадження нових технологій, таких як шифрування зв'язку, резервування каналів, а також створення надійних захищених проходів, дозволить значно підвищити здатність військових оперативно та безпечно виконувати свої завдання в умовах сучасного бою.

Список використаної літератури

1. Чекунова О. М., Чекунов В. В., Дзюба І. В., Блащук С. М. Аналіз демаскуючих факторів абонентського терміналу Starlink та оцінка впливу на якість зв'язку засобів їх маскування від радіоелектронної боротьби противника. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2024. № 1 (54). С. 95-100.

<https://doi.org/10.30748/nitps.2024.54.13>.

2. Несторов О.М., Удосконалений метод розрахунку пропускної спроможності системи зв'язку спеціального призначення на інформаційних напрямках / Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони / Військова кібернетика та системний аналіз / Том 36 № 3 (2019). DOI: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-36-3-11-14>.

3. Кулешник Я.Ф., Дробіняк Х.Т., Застосування інформаційних технологій у воєнний час. Деякі складові комунікації та зв'язку. Інформаційно-аналітичне забезпечення діяльності органів сектору безпеки і оборони України /Матеріали науково-практичної конференції/ 22 грудня 2023р. Львів. 2024 –С. 89-93.
https://dspace.lvduvs.edu.ua/bitstream/1234567890/6900/1/22_12_2023.pdf#page=89.

4. Колесник А.В., Томчук М.А., Томчук М.М., Особливості влаштування захисних споруд в умовах військового часу. / Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024) (2024) 11-20 травня 2024р. Вінниця, ВНТУ.
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/21538>.

Колесник Андрій Вікторович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

Kolesnik Andrii V. – PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.

В. В. Любич, М. Г. Домненко

ПЕРСПЕКТИВИ МАСКУВАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПОЗИЦІЙ ТА ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ З НАНОПОКРИТТІВ

Анотація: засоби та методи маскування артилерійських позицій від дронів-розвідників постійно вдосконалюються, зокрема через розвиток новітніх технологій і методів протидії. Сучасні дрони стають все більш технічно досконалими, і здатність виявляти позиції значно зросла завдяки використанню сенсорів, тепловізорів та штучного інтелекту. Розвиток матеріалів на основі нанотехнологій відкриває нові можливості для військової сфери, забезпечуючи ефективну прихованість у сучасних умовах конфліктів, де засоби виявлення стають все більш досконалими.

Ключові слова: нанопокриття, дрон-розвідник, маскування, артилерійський підрозділ

Annotation: Means and methods of masking artillery positions from reconnaissance drones are constantly being improved, in particular due to the development of the latest technologies and countermeasures. Today's drones are becoming more and more technically sophisticated, and the ability to detect positions has increased significantly thanks to the use of sensors, thermal imaging and artificial intelligence. The development of materials based on nanotechnology opens up new opportunities for the military sphere, providing effective stealth in modern conflict conditions, where detection means are becoming more and more sophisticated.

Key words: Nanocoating, reconnaissance drone, camouflage, artillery unit

Маскування вогневих позицій від дронів-розвідників є важливим елементом захисту артилерійських підрозділів. Сучасні безпілотні літальні апарати оснащені високоточними камерами, тепловізорами та іншими сенсорами, що дозволяють їм ефективно виявляти позиції та техніку. Нанотехнології відкривають нові можливості для підвищення ефективності маскування, зменшення помітності техніки в різних спектральних діапазонах, що критично важливо в умовах сучасних бойових дій

Перспективними напрямками у маскуванні артилерійських позицій в умовах широкого застосування безпілотних літальних апаратів є:

Розвиток інноваційних маскувальних матеріалів, а саме застосування тепловідбиваючих та багатошарових маскувальних сіток, оскільки сучасні маскувальні матеріали не лише зменшують видимість у видимому спектрі, але й ефективно відбивають теплове випромінювання, роблячи техніку менш помітною для тепловізорів.

Перспективним напрямком захисту вогневих позицій також є маскування з наноматеріалів, тобто використання нанотехнологій для створення матеріалів, які здатні динамічно змінювати колір чи навіть структуру для адаптації до зміни навколишнього середовища.

Основні перспективи використання наноматеріалів:

- Зменшення теплової та радіолокаційної помітності техніки, що критично важливо у сучасній війні.
- Зниження витрат на обслуговування та заміну маскувальних систем завдяки довговічності нанопокриттів.
- Розробка адаптивних систем маскування, що можуть автоматично реагувати на зміни умов середовища.
- Поліпшення прихованості техніки в будь-яких умовах освітлення, погоди та ландшафту.

Основні принципи та перспективи використання наноматеріалів для маскування:

1. Зміна кольору та структури поверхні (адаптивне камуфляжне покриття), що виявляється у динамічному зміщенні кольору та текстури. Наноматеріали можуть змінювати свій колір або відтінок залежно від навколишнього середовища (наприклад, імітація кольорів лісу, піску або снігу). Такі покриття використовують принципи, подібні до шкіри хамелеонів, та реагують на зміни освітлення і спектру.

Також до них слід віднести гнучкі сенсорні елементи, тобто покриття з наночастинками може мати сенсори, що визначають навколишні умови і адаптують колір та малюнок поверхні техніки в режимі реального часу.

2. Поглинання та розсіювання теплового випромінювання Нанопокриття, яке відбиває або поглинає інфрачервоне випромінювання, може ефективно знижувати тепловий слід техніки, що

ускладнює виявлення тепловізорами. Це дозволяє зменшити помітність артилерійських установок навіть при їхній роботі.

Матеріали з нульовою емісією тепла: Використання спеціальних наноплівки, які здатні повністю блокувати теплове випромінювання техніки, робить її практично невидимою в інфрачервоному діапазоні. Використання нанопокриттів з нульовою емісією тепла для маскування стаціонарних об'єктів, таких як радіолокаційні станції, склади з технікою, штаби тощо.

Зменшення інфрачервоного випромінювання (інфрачервоного спектра) покриттів з наноструктурованими ізоляційними шарами, які діють як теплові бар'єри. Такі покриття мінімізують випромінювання тепла, створюючи ефект "теплової пастки", де тепло не виходить на зовнішню поверхню техніки. Використання наноматеріалів з низькою емісійною здатністю робить об'єкти практично невидимими для тепловізійних камер.

Метаматеріали з властивостями теплового розсіювання, які ефективно розсіюють теплову енергію в навколишнє середовище. Це допомагає вирівняти температуру техніки та знизити контраст між нею та навколишнім фоном.

Віддзеркалення інфрачервоного випромінювання інфрачервоними відбиваючими наноплівками, тобто покриття на основі наноматеріалів, які здатні відбивати інфрачервоне випромінювання, що йде від нагрітих елементів техніки. Це значно знижує можливість виявлення тепловізорами.

Застосування тонкошарових метаплівки, які поєднують метаматеріали та нанопокриття, дозволяє створювати ефект дзеркального відбиття інфрачервоного світла.

Розумні нанопокриття характеризуються тим, що здатні адаптуватися до змін температури навколишнього середовища, автоматично змінюючи свої теплопровідні властивості. Наприклад, при підвищенні температури таке покриття може поглинати тепло і розсіювати його в повітрі, підтримуючи поверхню холодною.

Термохромні наноматеріали, які змінюють свої властивості залежно від температури. Вони здатні автоматично налаштовувати свої властивості відбивання або поглинання тепла.

Виклики та напрямки подальших досліджень покриттів на основі наноматеріалів:

1. Висока вартість та складність виробництва: Сучасні нанопокриття потребують складних технологічних процесів, що може збільшити їхню вартість. Тому подальші дослідження зосереджуються на оптимізації технологій виробництва та зниженні витрат.
2. Необхідність постійного удосконалення адаптивних систем: Розробка розумних нанопокриттів потребує вдосконалення алгоритмів та сенсорів, які дозволяють швидко реагувати на зміну умов.
3. Забезпечення стійкості до механічних та інших пошкоджень: Наноматеріали повинні бути достатньо стійкими до пошкоджень у бойових умовах, що також потребує додаткових розробок.

Покриття з наноматеріалів можуть застосовуватись для маскування бронетехніки, артилерійських установок, дронів та інших одиниць військової техніки. Це робить їх менш помітними для сучасних систем виявлення, зокрема тепловізійних камер та інфрачервоних сенсорів.

Нанопокриття ефективні як при високих температурах вдень, так і в умовах низьких температур вночі, що забезпечує стійкий захист від виявлення за будь-яких погодних умов.

Наноматеріали з комірчастою або пористою структурою можуть поглинати та розсіювати радіохвилі, що знижує ймовірність виявлення техніки радаром. Такі покриття здатні значно зменшити ефективну площу розсіювання (EPR) техніки.

Перспективи маскування артилерійських позицій і техніки на основі нанопокриттів демонструють значний потенціал у підвищенні виживаності військових об'єктів у сучасній війні. Застосування наноматеріалів дозволяє створювати адаптивні, малопомітні та довговічні покриття, які підвищують ефективність приховування від сучасних засобів виявлення, включаючи дрони, тепловізори, радары та супутники.

Список використаної літератури:

1. Бойовий статут військ протиповітряної оборони Сухопутних військ Збройних Сил України (Частина III). Київ 2016.
2. Сусліков Л.М., Дьордяй В.С. Фізика і технологія наноматеріалів: навчальний посібник для студентів фізико-технічних спеціальностей. – Ужгород: Видавництво «Говерла», 2023. – 437 с.

3. Турський О.Ю., Семенов М.В., Інженерне забезпечення бою: навч. посіб., Київ : КІ НГУ, 2024. 256 с.

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading construction expert in the area of ensuring the safety of human life and health protection of the natural environment and provision of sanitary and epidemiological well-being of the population "Engineering and Construction Bureau" LLC, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Mykola Hryhorovych Domnenko – teacher of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mikoladomnenko568@gmail.com

В. В. Любич, М. Г. Домненко

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВЗВОДНИХ ОПОРНИХ ПУНКТІВ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

***Анотація:** модернізація взводних опорних пунктів (ВОП) є важливим аспектом підвищення обороноздатності підрозділів і забезпечення більш ефективного управління та захисту особового складу в умовах сучасних бойових дій. В умовах високотехнологічної війни та зростання загрози з боку високоточних засобів ураження, безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та інших сучасних систем, взводні опорні пункти потребують систематичного удосконалення.*

***Ключові слова:** Взводний опорний пункт, модернізація, оборона, фортифікація*

***Annotation:** Modernization of platoon strong points (VOP) is an important aspect of increasing the defense capability of units and ensuring more effective management and protection of personnel in the conditions of modern warfare. In the conditions of high-tech warfare and the growing threat from precision weapons, unmanned aerial vehicles (UAVs) and other modern systems, platoon strongholds require systematic improvement.*

***Key words:** Platoon stronghold, modernization, defense, fortification.*

Модернізація взводних опорних пунктів (ВОП) в умовах сучасної війни є критично важливим завданням для забезпечення обороноздатності військових підрозділів. Сучасна війна, зокрема на прикладі бойових дій в Україні, характеризується інтенсивним використанням артилерії, дронів-розвідників і ударних БПЛА, систем РЕБ (радіоелектронної боротьби), високоточної зброї та комбінованої тактики. Це вимагає від військових стратегів та інженерів адаптації оборонних структур для забезпечення максимальної ефективності і захисту особового складу.

Систематична модернізація ВОП є ключовим елементом стратегії оборони та дозволяє значно підвищити ефективність операцій навіть в умовах активного застосування противником високотехнологічних засобів виявлення та ураження.

Основними напрямками модернізації взводних опорних пунктів в умовах сучасної війни, на основі аналізу бойових дій у період 2022-2024 років є:

1. В частині інженерних укріплень та маскування:

Покращення фортифікаційних споруд: В умовах активного застосування артилерії та мінометів, важливо забезпечити підвищену стійкість укриттів та опорних пунктів. Це досягається завдяки використанню армованого бетону, сучасних композитних матеріалів та геотекстилю, який підвищує захист від уламків та вибухових хвиль.

Створення конструкцій з армованого бетону, що забезпечує підвищену стійкість до вибухових хвиль і ударів. Армування з металевих чи композитних матеріалів може підвищити міцність конструкцій.

Введення елементів динамічного захисту: Встановлення спеціальних екранів або модулів, які здатні поглинати енергію вибуху, може зменшити ударну хвилю, що досягає укриття.

- Застосування багат шарових конструкцій: Використання багат шарових систем захисту, таких як поєднання ґрунту, бетонних плит та армованих покриттів для створення захищених укриттів.

- Маскування від БПЛА та супутникової розвідки: У сучасних умовах особливого значення набуває багатоспектральне маскування, що охоплює захист від оптичного, інфрачервоного та радіолокаційного виявлення. Це досягається завдяки маскувальним сіткам із вбудованими металевими нитками, які можуть знижувати

помітність для різних типів сенсорів, а саме використання маскувальних сіток, які мають багатоспектральні властивості (оптичні, інфрачервоні, радіолокаційні), може допомогти зменшити помітність ВОП для розвідувальної техніки. Також перспективним напрямком є декорування елементів ВОП природними матеріалами, використання гілок, листя, каміння та інших природних матеріалів для маскуванню укриттів і споруд, що дозволяє зменшити їх видимість на місцевості.

2. В частині захисту від дронів та високоточної зброї:

- Розміщення засобів протидії БПЛА: Інтеграція систем РЕБ для приглушення сигналів управління ворожими дронами та виявлення їхньої активності. Це може бути застосування переносних систем боротьби з дронами та електромагнітних глушників.

- Захист від високоточних ударів: Сучасні взводні опорні пункти повинні бути здатні протистояти атакам високоточної зброї. Це досягається завдяки розробці мобільних та швидкозбираних укриттів з високою міцністю, а також активному застосуванню динамічних засобів захисту (розтяжки, датчики руху, сигналізаційні системи).

3. В частині інтеграція автоматизованих систем спостереження та контролю в єдину систему управління військами:

- Використання розумних систем спостереження: Інтеграція автоматизованих систем відеоспостереження з тепловізійними та інфрачервоними камерами, які можуть виявляти наближення противника на відстані та автоматично попереджати особовий склад.

- Розгортання системи управління вогнем: Забезпечення ВОП сучасними засобами управління вогнем для оперативної реакції на наближення ворожих підрозділів, що включає системи координації артилерійського вогню та автоматизовані командні пункти.

4. В частині автономності та забезпечення живучості:

Мобільні генератори та системи енергозабезпечення: Використання мобільних енергетичних рішень, таких як сонячні панелі та компактні генератори, які забезпечують електроенергією весь взводний опорний пункт. Це підвищує незалежність від центральних систем живлення.

Даний захід також можна реалізувати встановленням відновлювальних джерел енергії для забезпечення автономності укриттів у питаннях енергозабезпечення. А також встановленням системи накопичення енергії для зберігання енергії, що виробляється, дозволяє забезпечити безперервне живлення критичних систем.

- Системи водозабезпечення та фільтрації: Інтеграція фільтраційних систем для забезпечення чистою водою, а також наявність резервуарів з водою для тривалого перебування на місці.

5. В частині оборонних засобів та мобільності управління тактичного рівня

- Мобільні вогневі точки та спостережні пости: Забезпечення наявності модульних вогневих точок, які можна швидко переміщувати та встановлювати. Це дозволяє змінювати конфігурацію ВОП відповідно до бойової ситуації.

- Використання мобільних засобів ППО та ПТКР: В сучасних умовах важливо мати засоби швидкого реагування на загрози з повітря або наземних бронетанкових атак.

6. В частині модернізації системи зв'язку та координації

- Захищені канали зв'язку: Забезпечення сучасними радіостанціями та цифровими системами зв'язку, які мають захист від перехоплення та глушіння. Такі системи повинні мати можливість передачі відео- та аудіоінформації в режимі реального часу.

- Інтеграція з автоматизованими системами управління військами: ВОП повинен бути частиною загальної мережі управління, яка дозволяє оперативно обмінюватися даними та отримувати координати цілей для забезпечення точного вогню.

Виклики та напрями подальшого розвитку:

1. Підвищення рівня виживаності особового складу: Необхідність постійного вдосконалення засобів захисту від нових загроз, таких як дрони-камікадзе або касетні боєприпаси, та інтеграції нових технологій у систему маскування.

2. Модернізація підхідних шляхів та логістики: ВОП повинні мати добре продумані та замасковані шляхи підходу, які дозволяють поповнювати запаси без ризику бути виявленими.

3. Інновації у сфері матеріалознавства та інженерного забезпечення: Вдосконалення фортифікаційних споруд через застосування нових матеріалів, зокрема, нанопокриттів та композитів, які забезпечують кращий захист від сучасних засобів ураження.

Модернізація взводних опорних пунктів в умовах сучасної війни є складним завданням, яке включає вдосконалення інженерних, оборонних та комунікаційних аспектів. Інноваційні матеріали, автоматизовані системи спостереження, захищені канали зв'язку та автономні джерела енергії є ключовими елементами, які дозволяють підвищити ефективність та виживаність ВОП. У сучасних умовах важливо забезпечити не тільки високий рівень захисту, але й гнучкість, автономність і швидку адаптацію до змін бойової ситуації.

Покращення фортифікаційних споруд взводних опорних пунктів є невід'ємною частиною сучасної військової стратегії, яка забезпечує не тільки безпеку особового складу, але й підвищення ефективності бойових дій. Використання сучасних технологій, новітніх матеріалів і інноваційних методів укріплення дозволяє створити надійні укриття, здатні витримувати сучасні загрози та забезпечувати комфортні умови для перебування особового складу.

Список використаної літератури:

1. Бойовий статут військ протиповітряної оборони Сухопутних військ Збройних Сил України (Частина III). Київ 2016.
2. Інженерна підготовка: Навчальний посібник – Львів: НАСВ, 2016. – 552с.
3. Мілютін В.А., Барткевич А.А., Павлючик В.П. – Інженерне забезпечення оборонного бою механізованого (танкового) батальйону: Навчальний посібник / В.А. Мілютін, А.А. Барткевич, В.П. Павлючик. – Л.: ЛІСВ, 2008. – 126 с.
4. Колибернов Е.С., Корнев В.И., Сосков А.А. – Инженерное обеспечение боя / Е.С. Колибернов, В.И. Корнев, А.А. Сосков – М.: Воениздат, 1988. – 333 с.

Любич Володимир Володимирович – провідний експерт будівельний у частини забезпечення безпеки життя і здоров'я людини, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення ТОВ «Інженерно-будівельне бюро», м. Вінниця, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

Домненко Микола Григорович – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych – is a leading construction expert in the area of ensuring the safety of human life and health protection of the natural environment and

provision of sanitary and epidemiological well-being of the population "Engineering and Construction Bureau" LLC, Vinnytsia, e-mail: mr.lyubich1988@gmail.com

***Mykola Hryhorovych Domnenko** – teacher of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mikoladomnenko568@gmail.com*

Д. В. Налесник, В. В. Зохнюк, О. З. Горбай

ГІБРИДНІ СИЛОВІ УСТАНОВКИ ДЛЯ БОЙОВИХ МАШИН МАЛОГО КЛАСУ

Анотація: гібридні силові установки набули значного поширення в транспортних засобах, однак у військовій сфері їх застосування лише починає активніше розвиватися протягом останніх кількох років. Особливість гібридних систем у бойових машинах полягає не тільки у паливній економічності чи екологічності, а й забезпеченні кращих тактичних характеристик пов'язаних зі зниженням акустичної та теплової видимості. Технології гібридного приводу для армійських підрозділів, які діють у складних та швидкозмінних умовах бойових дій є потенційно важливими з точки зору автономності та можливості використання техніки як джерела електроенергії.

Ключові слова: гібридні силові установки, бойові машини, паливна економічність, прихованість, автономне електроживлення, маневреність.

Annotation: Hybrid powertrains have become widely used in vehicles, but their use in the military has only begun to develop more actively over the past few years. The specificity of hybrid systems in combat vehicles lies not only in fuel efficiency or environmental friendliness, but most importantly, in providing better tactical characteristics associated with reduced acoustic and thermal visibility. Hybrid drive technologies for army units operating in complex and rapidly changing combat conditions are potentially important in terms of autonomy and the ability to use the equipment as a source of electricity.

Keywords: hybrid power systems, combat vehicles, fuel efficiency, stealth, autonomous power supply, maneuverability.

В умовах сучасних бойових дій важливість впровадження гібридних технологій зростає. Це пов'язано з необхідністю підвищення ефективності військових операцій, економії ресурсів та зменшення ризику виявлення техніки супротивником. Гібридні системи можуть забезпечити бойовим машинам значні переваги, які дозволяють краще адаптуватися до складних умов, що виникають на полі бою.

Гібридні силові установки забезпечують ряд ключових переваг. По-перше, гібридні системи дозволяють знижувати витрати пального, підвищуючи автономність техніки, що є критично важливим під час тривалих операцій, коли доступ до пального обмежений. Використання електричної тяги під час маневрів на низьких швидкостях або в режимі очікування дозволяє значно економити паливо, що дає можливість бойовим машинам діяти довше без необхідності дозаправки [1-2].

По-друге, гібридні технології забезпечують прихованість. Використання електричних двигунів знижує рівень шуму та теплового випромінювання, що ускладнює виявлення техніки супротивником. Це особливо важливо в сучасних бойових умовах, де технології виявлення грають вирішальну роль [1-2].

По-третє, гібридні системи дозволяють використовувати техніку як автономне джерело електроживлення. Це дає змогу жити різноманітне обладнання, таке як системи зв'язку, спостереження чи медичне обладнання, що підвищує гнучкість і функціональність машин під час бойових дій [3].

Маневреність і прохідність на бездоріжжі є одними з основних переваг гібридних силових установок у військових машинах. Гібридні системи дозволяють бойовим машинам адаптуватися до складних умов місцевості завдяки їхній здатності комбінувати електричну та дизельну тягу. Це забезпечує високий рівень стабільності і контролю під час руху по різноманітних перешкодах, в т.ч. глибоких, заповнених водою ямах і т.п. Це стосується також проходження крутих підйомів чи маневрування у важкодоступних місцях, і тоді є можливість активізувати електричні двигуни, що забезпечить миттєву тягу та оптимальний момент. Наявність такого ресурсу є важливим в умовах бойових дій, де швидкість і точність є критично важливими для успішного виконання завдань. Гібридні установки також дозволяють зберігати ефективність дизельного двигуна для більш складних маневрів, забезпечуючи високу

прохідність у важких умовах. Завдяки цим характеристикам, бойові машини з гібридними силовими установками можуть швидко реагувати на зміни в оточенні, що робить їх надзвичайно ефективними у виконанні завдань у сучасних військових конфліктах [4].

Звично, що умови руху бездоріжжям теж зумовили певні зміни у формуванні схеми та характеристик гібридного приводу військової автотехніки, що суттєво відрізняються від звичних уже легкових автомобілів та повнопривідних кросоверів загального призначення. Зокрема це і зміна самої схеми приводу – з звичної для масових автомобілів паралельної (parallel) на послідовну (serial) чи змішану (mish) схеми приводу [1-2].

Бойові машини типу багі з гібридними силовими установками зображені на рис.1. Це моделі Polaris MZPR та Krampus.



Рис.1. Військове багі Polaris MZPR (у 4-місній модифікації) армії США[5] а) та Krampus [6] б)

Krampus став першим автомобілем, який працює як у гібридному, так і в повністю електричному режимі. Позашляховик вміщує в себе двох солдатів і важить всього 500 кг. Нова надлегка бойова машина може перевозити максимальне корисне навантаження понад 300 кг і до 2 піхотинців. Легкий позашляховик обладнаний двома електричними двигунами по 60 кВт кожний. З умовою використання дизель-генератора і за умов повної зарядки, багі зможе проїхати до 1 000 км. У тихому режимі та з одним двигуном — 200 км. Максимальна швидкість в автомобіля на рівні 120 км/год. В електричному режимі Krampus знижує як акустичний, так і тепловий слід, що робить його ідеальним для прихованих операцій у зоні бойових дій. Висока прохідність і незалежна підвіска забезпечують стійкість і можливість діяти в умовах складної місцевості, такої як піщані дюни, гірські райони та болотисті ділянки. Завдяки гібридній системі, Krampus може тривалий час працювати автономно без частих дозаправок, що робить його оптимальним для тривалих бойових завдань [8].

Компанія Polaris Defense ще з 2013 року активно співпрацює з армією США, а також постачає свій транспорт силовим структурам близько 30 країн світу. Багі MRZR-D4 був розроблений американською компанією Polaris Defense та призначений для проведення розвідки, диверсій та інших спеціальних заходів. Він максимально адаптований до жорстких умов експлуатації та дозволяє діяти навіть у гірській місцевості [7].

Polaris MRZR-D4 - класичний сучасний багі, вага якого становить лише 1050 кг. Він оснащується чотиритактним трициліндровим турбодизельним двигуном об'ємом 993 куб, який поєднаний із варіатором. Багі дозволяє перевозити до 4 бійців (включно із водієм), вантаж до 680 кг, з яких 227 кг у вантажному відсіку [9].

У наступному році спецпризначенці Бундесверу отримають модель Polaris MRZR-D4. Перша партія цього транспорту із 65 машин має надійти вже у наступному році, а загальний об'єм замовлення налічуватиме до 148 багі.

Таким чином, і Polaris MZPR, і Krampus є важливими елементами сучасної військової техніки, які поєднують мобільність, економічність і малопомітність для ефективного виконання бойових операцій у складних умовах.

ВИСНОВКИ: Наведені приклади легких багі Polaris MZPR та Krampus демонструють можливість підвищення бойової готовності армійських підрозділів ЗСУ, що є важливим не

тільки у майбутньому, а і для умов успішного завершення «спецоперації РФ». Розробка такого типу бойових машин не тільки забезпечить економію пального, а й дозволить підвищити прохідність, маневреність і прихованість техніки, і дасть можливість використовувати її як джерело автономного електроживлення і найважливіше завдяки електродвигунам - використовувати для операцій, де потрібна цілковита тиша.

Список використаних джерел:

1. Крайник Л.В., Кіхтан А.В., Кохан В.Ф., Волощук М.Я. Концептуальні основи формування гібридного привода автомобіля високої прохідності / Військово-технічний збірник, № 27, 2022, НАСВ ім. гетьмана П.Сагайдачного – С.10-18
2. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.В. Смірнов, С.А. Серіков, А.В.Гнатюк, А.В. Колесніков, під ред. О.В.Бажинова // Харків, ХНАДУ, 2008.-327 с.
3. Сучасний стан і перспективи розвитку спеціальних ударних автомобілів типу «баггі» /Л.В.Крайник, Т.Л.Крайник, Б.І. Христинич, М.І. Грубель, М.О. Манзяк// Озброєння та військова техніка ,№4, 2023, ЦНДІ ОВТ МОУ – С.12-19
4. Kramer D., Parker G. Current State of Military Hybrid Vehicle Development/ International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 2011, 3(4). - pp.369-387
5. Polaris Government & Defence Vehicle
<https://cdn1.polaris.com/globalassets/military/2022/model/model-pages/mrZR-diesel/features-subpage/agility-xxs.jpg?v=979fd0bb>
6. Lrytas [Електронний ресурс] <https://media.lrytas.lt/images/2021/06/10/131739065-2496d8a6-83a0-4890-bce3-ff4b7d708cd5.jpg>
7. Polaris Government & Defence Vehicle [Електронний ресурс] - Режим доступу www.military.polaris.com
8. Lithuanian company develops hybrid electric buggy for special forces [Електронний ресурс] - Режим доступу <http://defence-blog.com>
9. Defence Express [Електронний ресурс] - Режим доступу https://defence-ua.com/news/nimetski_spetspriznachentsi_otrimajut_novi_bagi_polaris_mrZR_d4-2198.html

Налесник Дмитро Васильович, аспірант, Національний університет “Львівська політехніка”, м.Львів, dmytro.v.nalesnyk@lpnu.ua

Зохнюк Володимир Васильович, магістр, Національний університет “Львівська політехніка”, м.Львів, volodymyr.zokhniuk.mmbai.2023@lpnu.ua.

Горбай Орест Зенонович, професор, д.т.н., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, orest_60@yahoo.ca.

Dmytro Nalesnyk, postgraduate, Lviv Polytechnic National University, Lviv, dmytro.v.nalesnyk@lpnu.ua.

Zokhniuk Volodymyr, master's student, Lviv Polytechnic National University, Lviv, volodymyr.zokhniuk.mmbai.2023@lpnu.ua.

Orest Horbay, Professor, D.Sc., Lviv Polytechnic National University, Lviv, orest_60@yahoo.ca.

Л. А. Олексієва, Є. Ю. Іленко

СИСТЕМА ПІДБОРУ СТАЛЕВИХ КАНАТІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Анотація: проведені дослідження працездатності сталевих канатів з метою визначення найбільш раціональної конструкції для використання на підйомно-транспортному обладнанні та інших механізмах з урахуванням геометричних параметрів канату, матеріалу дротів, технології виготовлення та умов експлуатації.

Отримані рекомендації з утворення інформаційно-пошукової системи працездатності сталевих канатів для різних варіантів їх роботи, що виникають при експлуатації. Це може дати можливість покращити продуктивності всього виробничого комплексу.

Ключові слова: сталевий канат, надійність, система обліку, інформаційно-пошукова система, дрот.

Abstract. Conducted studies of the performance of steel ropes in order to determine the most rational design for use on lifting and transport equipment and other mechanisms, taking into account the geometric parameters of the rope, wire material, manufacturing technology and operating conditions.

Received recommendations on the formation of an information and search system of the serviceability of steel ropes for various variants of their operation that arise during operation. This can provide an opportunity to improve the productivity of the entire production complex.

Key words: steel rope, reliability, accounting system, information and search system, wire.

Вступ. Сталеві канати широко використовуються в різних галузях, у тому числі і у військовій сфері. Безліч різноманітних конструкцій сталевих канатів, їх форми, розміри, параметри звивання, форми дротів та їх вид не дозволяють однозначно вибрати саме той чи інший канат для експлуатації і бути впевненим в його максимальній працездатності на відповідному обладнанні. Виникає проблема, яким чином можна обрати такий канат, що буде у визначених умовах працювати як найкраще і виконувати задані функції разом зі всім комплексом підйомно-транспортного устаткування. Особливо актуальним це питання виглядає в авіації. Канати підйомно-транспортного обладнання, що використовуються на борту військово-транспортних літальних апаратів, повинні забезпечувати визначені показники працездатності, вантажопідйомності та довговічності при мінімальній обґрунтованій їх вазі.

Єдиної обґрунтованої системи обліку напруження канатів на даний час не існує. Отже, доцільним є проведення досліджень та утворення інформаційної системи обліку працездатності сталевих канатів з метою їх раціонального підбору або заміни.

Основний матеріал. На працездатність сталевих канатів впливає така величезна кількість конструктивних, технологічних і експлуатаційних факторів, що це не дає можливості проаналізувати вплив кожного з них. Отже, встановити які-небудь закономірності, що будуть дозволяти реально та правильно обирати раціональну конструкцію каната, його геометричні параметри, технологію виробництва не можливо без сучасної обчислювальної техніки. Саме цим можна пояснити той факт, що сталеві канати для підйомно-транспортного обладнання, екскаваторів, різних кранів та інших механізмів, як правило, обирають однієї конструкції, однакового напрямку звивання без урахування досвіду експлуатації, досягнень науки і техніки.

Для виявлення найбільш працездатної та раціональної конструкції для кожного механізму, що потребує експлуатацію каната, ми рекомендуємо з початку об'єктивно оцінити якість канатів і ефективність різних заходів, що спрямовані на підвищення їх надійності і довговічності.

Для цього пропонується розробити інформаційно-пошукову систему обліку працездатності сталевих канатів. Для її утворення необхідно врахувати те, що на заводах, підприємствах, а також в органах статистичного керування вже існують різні лабораторії, що призначені для обробки облікової, планової та технологічної інформації стосовно відпрацювання конкретного каната. Було б доцільно, щоб на кожному підприємстві (організації, підрозділі), що експлуатує канати, ці лабораторії (компетентні особи) взяли б на

себе функції постійного обліку, зберігання, а також виконували безперервний аналіз з метою отримання статистичної інформації про якість роботи канатів.

Промислові підприємства та експлуатуючі організації повинні мати можливість визначення, які саме канати вони мають замовити і що потрібно зробити для здійснення надійності і довговічності діючого підйомно-транспортного обладнання.

За вимогами ДСТУ до кожного каната прикладається анкета про термін служби та умови експлуатації, яку споживач повинен заповнити і передати заводу-виробнику.

Маючи в своєму розпорядженні інформацію, яку систематично будуть отримувати, канатні заводи зможуть не тільки постійно стежити за якістю своєї продукції у промислових умовах, а також забезпечувати випуск канатів з гарантованим терміном служби. На підприємствах буде можливість визначити, які саме канати необхідно замовити і що необхідно зробити для збільшення їх надійності і довговічності.

Інформаційно-пошукова система може функціонувати наступним чином.

На зворотному боці паспорта (сертифіката) на канат друкується анкета про термін служби і умови експлуатації, а також картка заміни каната (табл. 1), в якій чітко вказано, які відомості повинні враховуватися.

Після зняття каната механік (людина, яка відповідає за закінчення терміну служби) заповнює анкету і передає її по призначенню у відповідну лабораторію чи інший орган, який збирає і систематизує всі дані про термін служби. Оператор чи лаборант перевіряє наявність та чіткість потрібних відомостей, а потім згідно макету, що показаний в табл. 2, переносить інформацію на комп'ютер.

Таблиця 1

Паспорт-сертифікат на канат

1	Діаметр каната
2	ДСТУ або Технічні умови
3	Тимчасовий опір розриву, $кг/мм^2$
4	Вид дроту
5	Матеріал і тип осердя каната
6	Довжина каната в навішуванні, м
7	Причина зняття каната
8	Завод-виробник канату
9	Галузь промисловості споживача
10	Найменування підприємства і вид підйому чи транспортування
11	Місце роботи каната (правий, лівий, хвостовий, гальмівний)
12	Реєстраційний або заводський номер механізму
13	Термін служби каната, дні
14	Кількість циклів підйому на весь термін служби
15	Кількість піднятого чи перевезеного вантажу, тис. т
16	Місяць і рік зняття каната

Таблиця 2

Картка заміни каната

Номери пошукових полів	Кількість колонок	Номери колонок	Приклад заповнення
1	2	1 – 2	60
2	4	3 – 6	3067
3	3	7 – 9	180
4	1	10	1
5	1	11	8
6	4	12 – 15	1000
7	1	16	2
8	1	17	3
9	1	18	2
10	2	19 – 20	20
11	2	21 – 22	2
12	5	23 – 27	68260
13	4	28 – 31	350
14	4	32 – 35	225
15	6	36 – 41	1750
16	4	42 – 46	0319

Після цього анкета про термін служби разом з сертифікатом надсилаються на завод-виробник, а всі дані вкладаються в інформаційний фонд постійного зберігання.

У відповідності з затвердженим графіком або за запитом підприємства лабораторія складає зведену відомість (табуляграму), згідно якої визначаються і замовляються канати, які показали максимальну працездатність в днях, тонно-кілометрах, кількості перегинів або в інших показниках.

Картка заміни каната складається з 16 колонок (пошукових полів). Колонки 1, 2, 3, 6, 12, 13, 14, 15 і 16 заповнюються цифрами, що означають характеристику або результати роботи

каната у відповідних одиницях. Колонки 4, 5, 7, 8, 9, а також 10 і 11 заповнюються цифрами, що означають порядкові номери шифрів. Цифри інформаційно-пошукової табуляграми наведені у табл. 3.

Таблиця 3

Шифри інформаційно-пошукової табуляграми

Шифр і найменування колонки макета	Зміст	Номер шифра
4 Вид дроту	Світла	1
	Оцинкована	2
	Алюмінієва	3
	Латуньована	4
	Нержавіюча	5
5 Матеріал і тип осердя	Однопрядний прядив'яний короткого прядіння	1
	Однопрядний прядив'яний довгого прядіння	2
	Трипрядний прядив'яний короткого прядіння	3
	Трипрядний прядив'яний довгого прядіння	4
	Однопрядний сизальський	5
	Трипрядний сизальський	6
	Дрот не більш 90 кг/м ²	7
	Канатний дрот	8
	Штучні матеріали – пластмаса і т. ін.	9
7 Причина зняття каната	Знос поверхневих дротів	1
	Злам поверхневих дротів	2
	Зменшення діаметра каната	3
	Обрив пасма	4
	Обрив металевого осердя	5
	Обрив каната	6
	Розшарування каната, витріщання осердя або пасм	7
	Роздавлювання каната	8
	Інші причини (корозія, незадовільні випробування та ін.)	9
8 Завод-виробник каната	Одеський	1
	Харцизький	2
	Харківський	3
	Іноземні фірми	4
	Інші виробники	5
9 Галузь промисловості	Вугільна	1
	Гірничорудна	2
	Авіаційна	3
	Металургійна	4
	Нафтовидобувна	5
	Геологорозвідувальна	6
	Будматеріалів	7
	Хімічна	8
Інші галузі	9	

При цьому слід враховувати, що в колонках 4, 5, 7, 8 і 9 шифри і відповідний їм текст є єдиними для всіх канатних заводів і тому не повинні змінюватись. Текст в колонках 10 і 11 визначається структурою підприємства та характером технологічного обладнання. Після затвердження цього тексту він також повинен зберігатись постійно, але може доповнюватись у зв'язку із введенням нових підприємств або нових механізмів. Колонки картки обміну, які позначають цифрові характеристики каната, заповнюються із дотриманням певних вимог.

Після втілення такої інформаційно-пошукової системи працездатності сталевих канатів і накопичення досвіду працівники відповідних служб можуть визволити час і оперативно вирішувати задачі підвищення надійності і довговічності сталевих канатів.

Висновки. Досліджено вплив деяких факторів на працездатність різних сталевих канатів і запропонована конструкційна форма інформаційно-пошукової системи підбору найбільш раціональної конструкції канату.

Проведені дослідження дали можливість отримати рекомендації з утворення інформаційно-пошукової системи працездатності сталевих канатів для різних варіантів їх роботи, що виникають при експлуатації. Запропонована система повинна покращити продуктивність всього виробничого комплексу.

Втілення цього методу та його результати допоможуть вирішувати задачі щодо підвищення надійності та довговічності сталевих канатів.

Список використаних джерел:

1. Олексієва Л. А. Критерии оптимизации параметров стальных канатов / Л. А. Олексієва, В. Ю. Куянов //Збірник тез доповідей X Всеукраїнської науково-практ. конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Технологія-2007”. Северодонецький технологічний інститут, Северодонецьк, 2007. С. 34.

2. Олексієва Л. А. Шляхи підвищення надійності та довговічності сталевих канатів. / Л. А. Олексієва // Матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції “Розвиток наукових досліджень 2006”, т 6. “Інтер Графіка”, Полтава, 2006. С. 111-117.

3. Олексієва Л. А. Аналіз існуючих конструкцій сталевих канатів підіймально-транспортного обладнання / Л. А. Олексієва, Є. Ю. Іленко. // Матеріали 14-ї наукової конференції ХУПС 11-12 квітня, Х, 2018. С. 127.

4. Гевко Б. М., Ляшук О. Л., Клендій В. М., Мельничук С. Л. Динамічна модель роботи підіймально-транспортної лебідки. Перспективні технології та прилади. 2016. № 9(2). С. 7–12

Олексієва Людмила Андріївна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів, e-mail: Ljudmyla682@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5830-2720>

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

Іленко Євген Юрійович, канд. техн. наук, доцент, заступник начальника кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів, e-mail: ijy280768@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9405-6598> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

Lyudmyla Oleksiyeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Structure and Strength of Aircraft and Engines, e-mail: Ljudmyla682@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5830-2720> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

Yevhen Ilenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Structure and Strength of Aircraft and Engines, e-mail: ijy280768@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9405-6598> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

В. К. Сидоренко, О. М. Лосіков

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Анотація: висвітлено основні особливості і проблеми розвитку зразків озброєння та військової техніки Сухопутних військ ЗС України та сучасні вимоги до них.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, модернізація, виробництво, стандарт.

Annotation: The main features and challenges in the development of weapons and military equipment for the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine and the modern requirements for them are highlighted.

Keywords: weapons and military equipment, modernization, production, standard.

Одним з основних завдань політики держави у сфері оборони є підтримання в боездатному стані Збройних Сил, інших утворених відповідно до законів України військових формувань, правоохоронних органів спеціального призначення сектору безпеки і оборони, зокрема оснащення їх новітніми зразками озброєння та військової техніки (ОВТ) для забезпечення захисту державного суверенітету і територіальної цілісності держави. Відповідно до цього розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 червня 2017 р. № 398-р. були схвалені основні напрями розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період. Це було визвано тим що проблеми оснащення Збройних Сил, інших військових формувань сектору безпеки і оборони зумовлені тим, що значна кількість наявного озброєння та військової (спеціальної) техніки має тривалі строки перебування в експлуатації, морально та фізично застаріли та потребують модернізації або заміни на нові зразки. Виконання даного розпорядження було покладено на оборонно-промисловий комплекс України (ОПК України).

До 2022 року Міністерство оборони України було головним інвестором у розробці нової зброї та військової техніки. В цей час було виконані певні заходи ОПК України по підвищенню боездатності ЗС України по розробці та виробництву зброї та військової техніки. Внаслідок очевидної потреби забезпечувати армію частина заводів отримала замовлення від держави на виробництво зброї і боєприпасів, однак цей поштовх не призвів до кардинальних змін, хоча потреби ЗС України вдавалося в основному закривати. Протягом 2014-2021 років були розроблені нові зразки ракетного озброєння, протитанкові комплекси, самохідні гаубиці, легка бронетехніка, зенітно-ракетні комплекси, бронезилети, безпілотні летальні апарати (БПЛА) та інше. Усе це здебільшого й не вироблялося масово, однак потреби локальної війни все ж закривало, у влади були плани на серійне впровадження принаймні ракет «Нептун», самохідних артилерійських установок «Богдана», РСЗВ «Верба» та ще декількох видів нової зброї [1].

Хоча керівництво держави розуміло необхідність реформ, а уряд навіть отримав завдання розробити програму по реформі ОПК, яка мала на меті трансформацію оборонно-промислового комплексу України для найкращого задоволення потреб сил безпеки та оборони по виконанню завдань у поточних і прогнозованих умовах безпекового середовища, сприяння розвитку економіки держави, загальна стагнація продовжувалася. У 2021 році дійшло до того, що частина заводів, які виробляли боєприпаси й інше військово спорядження, були переведені на скорочений робочий тиждень, їхні робітники або звільнялися, або йшли у неоплачувані відпустки [1].

Основними причинами виникнення цих проблем були: структурна недосконалість оборонної промисловості України через незавершеність запровадження організаційних, законодавчих, економічних, техніко-технологічних, майнових та інших перетворень; відсутність державної підтримки технологічної модернізації підприємств, стимулювання розвитку критичних технологій; занепад наукового, технічного та виробничого потенціалу оборонних підприємств; високий рівень зношеності основних фондів; недостатність ресурсного забезпечення та неефективне використання наявних ресурсів; втрата традиційних ринків експорту продукції військового призначення та подвійного використання, як наслідок – зменшення обсягів виробництва, а також коштів підприємств, що спрямовуються на створення й модернізацію

зразків видів озброєнь і військової техніки, які користуються попитом на зовнішніх і внутрішньому ринках.

З початком російської повномасштабної агресії проти нашої держави в лютому 2022 року російська федерація (рф) мала суттєву перевагу в озброєннях над Україною. Станом на 2023 рік, за даними Global Firepower, порівняння військового забезпечення двох армій залишилося незмінним – і, на жаль, дуже не на користь України. Військові можливості рф перевищували ЗС України. Наприклад, кількість літаків, які перебувають у розпорядженні армії рф наближалася до 4200 одиниць, тоді як ЗСУ має 312 літаків. Суттєво відрізняється і кількість вертольотів – в рф 1531 проти 113 в Україні. Військово-морський флот рф майже в 16 разів перевищує кількість українських кораблів. Крім того, рф є однією з дев'яти держав світу, які володіють ядерною зброєю. Станом на початок 2022 року рф мала найбільший у світі запас ядерних боєголовок (5 977 одиниць). В Сухопутних військах ЗС України співвідношення озброєння та військової техніки 1:3 на їхню користь. З 2022 по 2023 рік кількість російських танків подвоїлася — з 1700 до 3500. Артилерійських систем побільшало втричі, а бронетранспортерів — з 4500 до 8900. У противника значна перевага в силах і засобах. В зв'язку з диверсіями, недбалістю зберігання починаючи з 2000 року багато ракет, снарядів, стрілецьких набойів були знищені або пошкоджені на арсеналах та складах в Новобогданівці, Балаклєї, Бахмуті, Лозовій та в інших місцях. До липня 2022 року Україна вже вичерпала майже весь запас далекобійних ракет до систем «Смерч», «Вільха» й «Точка-У», що перебували на її озброєнні.

Партнери та союзники по НАТО від початку повномасштабного вторгнення рф надали Україні військової, гуманітарної та фінансової допомоги на загальну суму більше 200 мільярдів доларів США. За час повномасштабної війни з Росією та, зокрема, 24 зустрічі у форматі «Рамштайн», західні союзники створили багато коаліцій для допомоги Україні різними видами озброєнь. Для відбиття російської агресії та захисту Україна надійшло багато озброєння та військової техніки - це й системи ППО, і бронетехніка, й важка артилерія, і бойова авіація та боеприпаси. Але допомога не завжди доходила в повному обсязі та своєчасно. Так, наприклад, у грудні 2022 р. керівництво ЗС України запросило у партнерів 300 танків, 600-700 бойових машин піхоти та 500 гаубиць. Такі цифри були актуальні саме у той короткий проміжок часу. І тільки влітку 2023 р. було отримано лише 100 танків, близько 200-300 бойових машин піхоти (з урахуванням колісних Steyker) та 150-200 одиниць 155-мм гаубиць.

В з'єднаннях та частинах Сухопутних військ враховуючи різноманітність ОБТ (а це і види та модифікації бойових машин різного року виробництва, і трофейна техніка, і озброєння та військова техніка яка надходить в рамках допомоги з інших держав) процес виконання бойового використання озброєння і військової техніки значно ускладнювало. Наявність танків Challenger 2 з Великої Британії, танків M1A2 Abrams зі США та Leopard 1, 2 від Німеччини і кількох інших країн світу ускладнює ситуацію з танками "з точки зору матеріально-технічного забезпечення". Більшість танків українського та російського виробництва мають калібр танкової пушки 125 мм, Танк Abrams – 122 мм, танки Challenger 2, Leopard 1,2 – 120мм. Британські Challenger 2 використовують боеприпаси, що відрізняються від стандарту НАТО, а запаси танків Leopard 2 в різних країнах дещо відрізняються, навіть якщо це однакова модель. Відрізняється озброєння і різних типів бойових машин піхоти. Ще більша різниця в ракетно-артилерійському та стрілецькому озброєнні. Виникає необхідність контролю тактико-технічних характеристик озброєння та бойової техніки і підтримання їх в боєздатному стані та з урахуванням відмінності, що новітні зразки ОБТ мають елементи комп'ютеризації та роботизації комплексів, системи навігації, зв'язку та діагностики, які необхідно діагностувати та проводити перевірку технічного стану відповідно до встановлених стандартів військових підрозділів НАТО. Першочергово провести модернізацію наявної техніки з урахуванням особливостей сучасних бойових дій. Реалії сьогодення такі, що у вирішенні завдань щодо озброєння та військової техніки Сухопутних військ Збройних Сил України в умовах обмежених можливостей отримання летальної зброї від наших партнерів маємо спиратися, головним чином, на власну оборонну промисловість [2].

На даний час існуючі проблеми оборонної промисловості потребують невідкладних рішень щодо технологічного оновлення виробничої бази, удосконалення технології виробництва, інтегрування у світову оборонно-промислову кооперацію та співробітництво, підготовки кваліфікованих спеціалістів а саме головне – фінансового забезпечення. Серед найближчих

головних пріоритетів розвитку вітчизняної оборонної промисловості – створення виробництва та постачання в інтересах різних видів ЗС України озброєння та військової техніки. Сухопутні війська потребують високоточних ракет і боєприпасів, артилерійських систем, танків і бронетранспортерів нового покоління, засобів зв'язку та управління, автоматизованих комплексів розвідки, безпілотних літальних апаратів (у т.ч. ударних), навігаційної апаратури, засобів радіоелектронної боротьби та другої сучасної техніки і озброєння. В Україні проводиться комплекс заходів по розвитку зразків озброєння та військової техніки. Ведеться робота із модифікації ракети для комплексу «Нептун» для ураження наземних цілей. Україна збирається створити свої аналоги російських ракет «Калібр» і Х-101. Для протиповітряної оборони крім наданих партнерами сучасних засобів ППО проводиться модернізація старих радянських систем, таких, як «Бук» та С-300. Україна має критичну потребу в артилерійських боєприпасах. Розпочато виробництво снарядів калібру 152 міліметри, які необхідні до радянських артилерійських систем і яких практично немає у країнах НАТО. Крім того, боєприпаси виробляються і за кордоном. Йдеться про 82- та 122-міліметрові мінометні міни, які роблять на потужностях країн НАТО. Крім того, за кордоном Укроборонпром виробляє артилерійські 122-міліметрові та танкові 125-міліметрові снаряди. Наразі Збройні сили України використовують близько 70 різних модифікацій БПЛА і ведуться роботи по їхньому удосконаленню та масовому виробництву безпілотників таких як UJ-23 TORAZ, Рубака, Вампір, Е-300 Enterprise, Лелека та інші. Нові реалії війни потребують розвитку і систем радіоелектронної боротьби. Завершено тестування тактичних засобів радіоперешкод баражуючим боєприпасам та FPV-дронам, розроблених вітчизняними підприємствами, які підтвердили свої тактико-технічні характеристики в умовах застосування, наближених до бойових [1].

Сучасні вимоги до зразків озброєння та військової техніки Сухопутних військ ЗС України наведені у наказі Головнокомандувача Збройних Сил України від 28.08.2020 року № 127 “Про затвердження Інструкції з формування оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних та загальних вимог до перспективних (нових, модернізованих) систем (комплексів, зразків) озброєння та військової техніки Збройних Сил України”. Так в військовому стандарті ВСТ 20.39.0000.001:2023(1) система загальних технічних вимог до видів (типів) озброєння та військової техніки (СЗТВ) охоплює: 1) вимоги щодо призначеності; 2) вимоги щодо живучості та стійкості до зовнішніх впливів і чинників (зокрема й захисту від корозії та старіння); 3) вимоги щодо надійності; 4) вимоги щодо радіоелектронного захисту; 5) конструктивні вимоги; 6) вимоги щодо технологічності; 7) вимоги щодо стандартизації та уніфікації; 8) вимоги до програмних засобів; 9) вимоги щодо якості й технічного рівня та інші вимоги, які будуть забезпечувати виконання комплексу заходів по розвитку зразків озброєння та військової техніки у відповідності до актуальних проблем бойового застосування ОВТ [3].

Сучасний стан загроз щодо суверенітету і територіальної цілісності України, насамперед триваюча агресія російської федерації, потребують упровадження необхідних способів протидії їм, удосконалення підходів до формування військово-технічної політики держави з урахуванням нагальної необхідності оновлення наявного озброєння та військової (спеціальної) техніки та приведення її відповідно до встановлених стандартів ОВТ військових підрозділів НАТО.

Список використаних джерел:

1. Офіційний вебсайт Міністерства оборони України. Сухопутні війська. *mil.gov.ua*.
2. Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності (за досвідом забезпечення національної безпеки складовими сектору безпеки і оборони у ході російсько-української війни): Збірник тез доповідей науково-практичної конференції (Львів, 29-30 листопада 2023 р.). – Львів: НАСВ, 2023. – 381 с.
3. Наказ Головнокомандувача Збройних Сил України від 28.08.2020 року № 127 “Про затвердження Інструкції з формування оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних та загальних вимог до перспективних (нових, модернізованих) систем (комплексів, зразків) озброєння та військової техніки Збройних Сил України”.

Сидоренко Віктор Кононович – старший викладач кафедри галузевого машинобудування (полковник в відставці), e-mail: kgtz.vk7@gmail.com Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро ORCID <https://orcid.org/0009-0005-7610-4433> Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010.

Лосіков Олександр Михайлович – старший викладач кафедри галузевого машинобудування, e-mail: a.m.losikov@ust.edu.ua Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро ORCID <https://orcid.org/0009-0004-5523-7651> Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010.

Sydorenko Viktor – senior lecturer, department of sectoral engineering (colonel, retired), email: kgtz.vk7@gmail.com Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7610-4433> Ukrainian state university of science and technology, Lazariana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010.

Losikov Olexander – senior lecturer, department of sectoral engineering (colonel, retired), email: a.m.losikov@ust.edu.ua Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5523-7651> Ukrainian state university of science and technology, Lazariana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010.

В. О. Єлістратов, О. В. Павленко, О. А. Харьков, Ю. О. Москівець

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ПІДТРИМАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Анотація: промисловістю України розроблено та випускається декілька видів колісних броньованих автомобілів, які призначені для транспортування особового складу Збройних Сил, вантажів, а також вогневої підтримки військових підрозділів. Крім того військами отримано багато видів аналогічної техніки з-за кордону. Різноманітність марок застосовуваних автомобілів, складність їх конструкцій, різна адаптованість до реальних умов бойового застосування значно ускладнюють процес забезпечення технічної готовності парку військової автомобільної техніки за її інтенсивної експлуатації під час виконання бойових завдань.

Ключові слова: автомобіль, технічна готовність, бойові дії.

Abstract: The industry of Ukraine has developed and produces several types of wheeled armored vehicles, which are intended for the transportation of personnel of the Armed Forces, cargo, as well as fire support of military units. In addition, the troops received many types of similar equipment from abroad. The variety of brands of used cars, the complexity of their designs, and different adaptability to real conditions of combat use greatly complicate the process of ensuring the technical readiness of the fleet of military vehicles during their intensive use during combat missions.

Keywords: car, technical readiness, combat operations.

Досвід участі Збройних Сил України в бойових діях показав, що відсутність бойових машин або їх недостатня кількість у військових підрозділах при виконанні бойових завдань призводить до значних втрат особового складу або взагалі до неможливості виконання поставленого завдання [1–2]. Необхідність застосування броньованих автомобілів на полі бою та в тилу не викликає жодних сумнівів. Отже, забезпечення високого рівня готовності військової автомобільної техніки в умовах ведення війни є актуальним.

Промисловістю України розроблено та випускається декілька видів колісних броньованих автомобілів [3–4], які призначені для перевезення особового складу військових підрозділів і їх вогневої підтримки, транспортування вантажів, евакуації поранених з поля бою, тощо. До цих спеціалізованих транспортних засобів відносяться багатоцільові броньовані машини підвищеної прохідності виробництва ПАТ КраЗ (м. Кременчук), НВО «Практика» (м. Київ), ПАТ «Богдан Моторс» (м. Черкаси), «Українська бронетехніка» (м. Київ), які оснащуються переважно дизельними [5] двигунами внутрішнього згоряння. Автомобілі КраЗ «Шрек» і «Фіона», різні модифікації автомобілів «Козак», «Барс» і «Варта», що випускаються вказаними підприємствами, належать до броньованих транспортних засобів категорії MPV (Mine Protected Vehicle – транспорт, захищений від підривів на мінах) і спроектовані відповідно по стандарту MRAP (Mine Resistant Ambush Protected – захист від підривів і засад).

Належність автомобілів до класу MRAP передбачає (відповідно до стандартів НАТО STANAG (Standardization Agreement – Угода по стандартизації) наявність підвищених властивостей із захисту особового складу військового підрозділу, що перевозиться, від вогню стрілецької зброї та від підриву автомобілів на мінно-вибухових зарядах.

Крім броньованих (і звичайних) автомобілів вітчизняного виробництва у військах використовується багато автомобілів МАЗ, колісна техніка виробництва США, Туреччини та країн Європейського Союзу. В результаті в експлуатації ЗСУ знаходиться великий модельний ряд автомобілів, які вироблено на різноманітній агрегатній базі, яка часто відноситься до різних країн-виробників. Як наслідок цієї ситуації суттєво погіршилися показники взаємозамінності та уніфікації військової автомобільної техніки [3], що призводить до значних труднощів для своєчасного і якісного проведення технічного обслуговування та ремонту автомобілів в умовах їх бойової експлуатації у військових підрозділах Збройних Сил України.

Збільшена номенклатура запасних частин, комплектуючих і технологічно-експлуатаційних матеріалів, необхідних для виконання ремонтних робіт, необхідність застосування відповідного спеціалізованого технологічного обладнання призводять до здорожчання робіт з технічного обслуговування та ремонту, збільшення термінів знаходження

автомобілів у обслуговуванні та ремонті; ускладнення логістичних ланцюгів забезпечення виконання необхідних технічних впливів [3, 6].

Крім того, організація експлуатації, технічного обслуговування, ремонту та транспортування броньованих автомобільних транспортних засобів типу MRAP має свої особливості, які суттєво відрізняються від організації таких самих процесів для цивільної автомобільної техніки.

До країни та безпосередньо до районів ведення бойових дій автомобільна броньована техніка, як і інша, та необхідні для її ремонту запасні частини та комплектуючі часто транспортуються іншими транспортними засобами (повітряними чи водними суднами, залізничними вагонами або автомобільними вантажними платформами). В деяких регіонах із слаборозвиненою транспортною інфраструктурою це може спричиняти значні труднощі. Великі габаритні розміри не завжди дозволяють перевозити транспортні засоби класу MRAP звичайними автомобільними тягачами – вони інколи просто не в змозі проїхати під мостовою спорудою чи естакадою або «вписатися» в заокруглення проїжджої частини автомобільної дороги. Під час експлуатації броньованих автомобілів у сільській місцевості було зафіксовано випадки ураження їх електричною дугою від місцевих ліній електропередач, висота яких виявилася замалою для проїзду під ними високих броньовиків. Крім того експлуатація броньованого транспорту через його великі габарити та значну масу має свої специфічні особливості в керуванні, для ознайомлення з якими недосвідченим водіям потрібен додатковий час на навчання. Існує імовірність того, що військовослужбовці в підрозділах не мають необхідного досвіду управління не тільки броньованими автомобілями класу MRAP, а й взагалі звичайними вантажівками.

Те саме відноситься й до проведення технічного обслуговування чи ремонту вказаної спеціалізованої броньованої техніки. На місцях бойового застосування броньовики MRAP обслуговуються та ремонтуються механіками військових частин, які можуть не мати практичного досвіду обслуговування подібної техніки в польових умовах, оскільки до цього подібні зразки на озброєння не приймалися. Також у зв'язку зі збільшеною номенклатурою застосовуваних автомобілів може виникати дефіцит відповідних комплектуючих і запасних частин. Крім того, пункти технічного обслуговування та ремонту не можуть бути організовані в будь-якому населеному пункті.

Є й такі складнощі, що виникають безпосередньо при виконанні технічного обслуговування чи ремонту броньованих транспортних засобів – для заміни пошкодженої деталі чи механізму (агрегату) необхідно знімати багатотонний броньований кожух, що не завжди можна зробити власними силами.

Тобто реальні умови застосування броньованої техніки класу MRAP висувають ще одну важливу вимогу до її конструкції, а саме – ремонтпридатність, яка має забезпечуватися в польових умовах за рахунок велико-вузлової заміни агрегатів і механізмів, яку б могли виконати військові ремонтних підрозділів або навіть безпосередньо члени екіпажу.

Кременчуцький автомобільний завод є одним із найбільших в Україні виробників броньованих і звичайних автомобілів, який може забезпечити весь життєвий цикл існування своєї продукції від стадії розробки та виробництва до повного гарантійного та сервісного обслуговування під час застосування за призначенням. Для цього завод має окрему службу технічного сервісу, яка може забезпечити технічну готовність автомобілів у військових підрозділах за реальних умов їх експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Дунь С. В., Єлістратов В. О. Результати випробувань броньованих автомобілів українського виробництва. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук. 2020. Вип. 4(123). С. 91–99.
2. Єлістратов В. О., Кайдалов Р. О., Страшний І. Л., Маренко Г. М., Шапко В. Ф., Дунь С. В., Гребеник О. М. Порівняльний аналіз конструктивних і техніко-експлуатаційних показників українських броньованих машин. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. Луцьк, ЛНТУ. 2020. Вип. 69. С. 45–54.
3. Єлістратов В. О., Ціома О. В. Особливості експлуатації та ефективність броньованих

автомобілів. *Вісник Кременчуцького Національного Університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук. 2021. Вип. 6(131). С. 104–109.

4. E. Y. Tereshchenko, I. A. Koryagina, M. N. Rudenko and Z. A. Kevorkova, V. A. Yelistratov. Methodological Basis of Business Value Estimation *International Journal of Applied Business and Economic Research*. 2017. № 11. P. 11–18.

5. Korol S. O., Moroz M. M., Korol S. S., Yelistratov V. O., Moroz O. V. Development of a Moderator of the Pump Controlled Drive for the Engine. *International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)*. Kremenchuk. 2019. P. 30–33.

6. Павленко О. В., Головенський О. В., Єлістратов В. О. Проблеми забезпечення високого рівня технічної готовності військової автомобільної техніки в умовах бойових дій. *Збірник тез: III Міжнародної науково-практичної конференції «Авіація та космонавтика»*. Кривий Ріг. ВСП «КРФК НАУ». 2024. С. 62.

7. Чмир В. М., Шафорост С. О. Аналіз причин зниження рівня готовності автомобільної техніки в процесі її експлуатації в органах охорони державного кордону і умовах воєнного стану. *Наука і техніка сьогодні*. Київ. 2022. № 12(12). С. 189–199.

Єлістратов Вячеслав Олександрович – к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів і тракторів, e-mail: yelisslava@gmail.com Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7931-7761>

Павленко Олександр Володимирович – к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів і тракторів, e-mail: alexander6170101@gmail.com Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8277-340X>

Харьков Олександр Андрійович – ст. викл. кафедри автомобілів і тракторів, e-mail: odn68741@ukr.net Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2561-4837>

Москівець Юрій Олегович – студент кафедри автомобілів і тракторів, e-mail: moskivets.yurii@gmail.com Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук ORCID <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Університетська, 20, Кременчук, Україна, 39600

Viacheslav Yelistratov – PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of Automobiles and Tractors Department, e-mail: yelisslava@gmail.com Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7931-7761>

Olexandr Pavlenko – PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of Automobiles and Tractors Department, e-mail: alexander6170101@gmail.com Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8277-340X>

Olexandr Kharkov – Senior Lecturer of Automobiles and Tractors Department, e-mail: odn68741@ukr.net Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2561-4837>

Muscovite Yuriy Olegovich – student of Automobiles and Tractors Department, e-mail: moskivets.yurii@gmail.com Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk ORCID <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000> Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 20 Universytetska str., Kremenchuk, Ukraine, 39600

В. В. Погорелова, Д. В. Сніжко

АНАЛІЗ ЗАДАЧ, ЩО ВИРІШУЄ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

Анотація: *техніко-експлуатаційна частина (ТЕЧ) є важливим структурним підрозділом в організаціях, що займаються експлуатацією техніки. Її основна мета забезпечення надійної, роботи АТ та підвищення ефективності його використання, зокрема шляхом прискорення процесів відновлення та повернення техніку до строю для виконання бойових завдань. У цій доповіді проводиться аналіз основних задач, які вирішує ТЕЧ, включаючи ремонт, відновлення, контроль якості та безпеки.*

Ключові слова: *ТЕЧ, АТ, інженерно-авіаційна служба, вертоліт, в умовах бойових дій, аналіз.*

Annotation: *The technical and operational unit (T&O) is an important structural unit in organizations that operate equipment. Its main goal is to ensure reliable operation of the AT and increase the efficiency of its use, in particular by accelerating the processes of restoring and returning the equipment to service to perform combat missions. This report analyzes the main tasks performed by the MRO, including repair, restoration, quality and safety control.*

Key words: *TEC, JSC, aviation engineering service, helicopter, in the conditions of hostilities, analysis*

Велика роль по підтриманню АТ в постійній готовності і забезпечення високої її надійності відводиться на ТЕЧат

На ТЕЧат покладаються наступні задачі:

Своєчасне високоякісне виконання ремонтних робіт на АТ з цілю збереження її льотно-технічних характеристик і тактико-технічних характеристик і забезпечення надійної роботи в між регламентний період експлуатації.

Регламентні роботи призначені для визначення технічного стану, відновлення надійності і міжремонтного ресурсу. При цьому здійснюється глибокий контроль технічного стану ЛА. Виявлення і усунення несправностей елементів і систем, регулювання і настройка технічних приладів, заміна зношених, відмовивших або, тих які виробили ресурс елементів і агрегатів, очистка від забруднень і змазка вузлів і агрегатів. Військовий ремонт призначений для відновлення справності і працездатності АТ, усунення бойових пошкоджень, а також несправностей АТ.

В військовий час основними задачами інженерно-авіаційної служби являється підготовка вертольотів до виконання бойових задач в встановлені строки, відновлення в короткі строки АТ яка отримала пошкодження та інші несправності.

Великий вплив на строки підготовки вертольотів до бойового вильоту вказують на кваліфікацію спеціалістів виконуючих роботу, чисельність і розподіл особового складу, кількість служб наземного обслуговування.

При зменшенні на 20% від штатного числа особового складу збільшується час підготовки до повторного вильоту на 15-20%. Тому, розташування маючих засобів і сил це одна із важливих задач керівного складу інженерно-авіаційної служби частини. Це має важливе значення для забезпечення високого рівня справності АТ .

Робота інженерно-авіаційної служби авіаційної частини при веденні бойових дій потребує максимального навантаження від всього особового складу, взаємодії зі штабом, авіаційно-технічною та іншими службами. В цілях удосконалення роботи проводиться аналіз по закінченню кожного етапу бойових дій. На основі аналізу діяльності, розвиваються заходи по збільшенню ефективності інженерно-авіаційного забезпечення бойових дій. При веденні бойових дій, крім задач, які рішаються особовим складом ТЕЧат в мирний час, рішаються і наступні задачі:

- Швидкий ввід до строю вертольотів маючих пошкодження і на яких виконуються ремонтні роботи;
- Відновлення ат, яка отримали бойові пошкодження;
- Підготовка до можливого перебазування і формування передових команд;
- Ремонт ЛА маючі бойові пошкодження в польових умовах;
- Підготовка до роботи особового складу в умовах застосування противником ядерної і хімічної зброї.

При веденні бойових дій на вертольотах виконуються види підготовок: передпольотна підготовка, післяпольотна підготовка, технічне обслуговування за регламентом, позаплановані роботи, підготовка до бойових задач й періодична(глибока) підготовка .

В умовах бойових дій підготовка вертольотів відрізняється від звичайних робіт своєю інтенсивністю, акцентом на швидке відновлення техніки та готовністю до виконання бойових завдань у найскладніших умовах. Оперативна та ретельна підготовка є запорукою боєздатності техніки та безпеки екіпажу, що має критичне значення для успіху військових операцій.

В результаті аналізу рішаних задач ТЕЧат в військовий час запропонуються заходи дозволяючі покращити функціонування ТЕЧат:

- Вибір оптимального числа спеціалістів;
- Створення обмінного фонду агрегатів і апаратури, техніки;
- Підсилення теч ат спеціалістами ВАРМ для ведення текучого і середнього ремонту;
- Навчання особового складу теч ат для виконання ремонтних робіт в польових умовах

в далі від основних баз, в умовах зараженої місцевості і на зараженій ат.

Можна зробити висновок що, техніко-експлуатаційна частина (ТЕЧ) під час бойових дій набуває особливого значення для забезпечення бойової готовності військових підрозділів. Основні завдання ТЕЧ в умовах бойових операцій включають швидке відновлення пошкодженої техніки, оперативне технічне обслуговування, ефективне використання обмежених ресурсів і забезпечення безперервної експлуатації АТ. Надійність і справність техніки мають критичне значення для успішного виконання бойових завдань, тому діяльність ТЕЧ напряму впливає на ефективність і боєздатність військових сил. Ефективна робота частини сприяє мінімізації втрат, підвищенню стійкості підрозділів та забезпеченню успішних операцій.

Список використаних джерел:

1. Гусев В.М., Чекалін М.М. "Технічна експлуатація машин і обладнання". ' . — Київ: Вища школа, 2018.
2. Бакуменко О.І., Малютін А.П. "Технічне обслуговування та ремонт обладнання". — Харків:ХНУРЕ, 2017
3. Журнал "Якість та надійність технічного обслуговування" — статті про організацію технічного обслуговування, аналіз надійності обладнання, методи діагностики.
4. Смирнов В.І. "Технічна експлуатація і обслуговування обладнання промислових підприємств". - Одеса: ОНТУ, 2019.
5. Руденко П.В., Дорошенко С.М. "Основи технічної експлуатації". Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2017.
6. Стаття: Сидоренко В. "Аналіз ефективності роботи техніко-експлуатаційної частини" || Вісник транспортної техніки, 2020, №5.

Погорелова Віталія Володимирівна – Бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vitalia23cool@gmail.com

Сніжко Дмитро Володимирович – Викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків e-mail: dimasnezhko68@gmail.com

Vitalia Pogorelova – Bachelor of Aviation Transport, Master's student, , Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: vitalia23cool@gmail.com

Dmytro Snizhko - Lecturer at the Department of Aviation Engineering, e-mail: dimasnezhko68@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: dimasnezhko68@gmail.com

В. І. Лавренко, Д. А. Талда

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕПІЛАМУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОПЕРЕННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ НА МІЦНІСТЬ ПІДШИПНИКІВ

Анотація: Літаки типу Су-27, завдяки високій маневреності, працюють під значними навантаженнями, що впливає на довговічність їхніх вузлів і агрегатів. Одним із методів підвищення довговічності цих компонентів є епіламування – процес нанесення на поверхню спеціального покриття на основі фтору. Епіламування формує на оброблюваних поверхнях мономолекулярну плівку з низьким коефіцієнтом тертя та високою адгезією, що зменшує знос і підвищує зносостійкість деталей. Покриття стійке до високих температур та ударних навантажень, забезпечує антифрикційні й антиадгезійні властивості, знижуючи ризик сухого тертя. Позитивною стороною проведення цих конструктивних доробок є те, що вони дають змогу модернізувати існуючий парк літаків і не вимагає постановки на озброєння нової авіаційної техніки.

Ключові слова: Су-27, довговічність, вузли, агрегати, епіламування, мономолекулярна плівка, коефіцієнт тертя, зносостійкість, хемосорбція, антифрикційні властивості,

Abstract: Aircraft such as the Su-27, due to their high maneuverability, operate under significant loads, which affects the longevity of their components and assemblies. One method to increase the durability of these components is epilamization — a process of applying a special fluorine-based coating to the surface. Epilamization forms a monomolecular film on treated surfaces with a low coefficient of friction and high adhesion, which reduces wear and increases the wear resistance of parts. The coating is resistant to high temperatures and impact loads, providing antifriction and anti-adhesion properties, thereby reducing the risk of dry friction. The positive side of carrying out these structural improvements is that they make it possible to modernize the existing fleet of aircraft and do not require the deployment of new aviation equipment.

Key words: Su-27, durability, components, assemblies, epilamization, monomolecular film, coefficient of friction, wear resistance, chemisorption, antifriction properties

Довговічність вузлів і високонавантажених агрегатів при ремонті і технічному обслуговуванні літака-винищувача Су - 27 метод епіламування

Літаки типу Су-27 мають високі маневрені можливості завдяки значній тягоозброєності та несучим властивостям. При роботі двигунів на режимі «Повний форсаж» на зльоті ($H=0$, $V=0$) тягоозброєність літака дорівнює 1,08. Несучі властивості літака забезпечують на дозвукових режимах польоту отримання нормального перевантаження 9,0 та коефіцієнта піднімальної сили $c_{ya} = 1,5$.

Розрахункова маса літака дорівнює 23364,5 кг. При даній масі максимальне експлуатаційне перевантаження на числах $M \leq 0,85$ дорівнює 9 (мінімальне $-2,5$), а на числах $M > 0,85$ вона дорівнює 7 (мінімальне $-1,5$). Дані обмеження обумовлені міцністю конструкції. Зменшення максимального експлуатаційного перевантаження на числах $M > 0,85$ обумовлено збільшенням витрат піднімальної сили на балансування. Крім того існують обмеження максимального експлуатаційного перевантаження в діапазоні чисел $M = 0,85 \dots 1,2$ по ефективності стабілізатора.

Розширити діапазон експлуатаційних перевантажень можливо за рахунок використання технологія епіламування.

Епіламування - це процес нанесення поверхнево-активної речовини з вмістом фтору (ФТОРПАР) - епілама - на поверхню твердого тіла, в результаті чого на обробленій поверхні утворюється спеціальне захисне покриття у вигляді мономолекулярної плівки. На оброблюваній поверхні при епіламуванні формується шар орієнтованих молекул, які перешкоджають розтіканню мастила із зони тертя. Плівка має надзвичайно низьку поверхневу енергію, що призводить до істотного зниження коефіцієнта тертя і, як наслідок, до підвищення

зносостійкості пар тертя деталей машин і обладнання. Молекули епілама закріплюються на поверхні твердого тіла за рахунок сил хемосорбції. Завдяки тому, що зв'язок епілама з поверхнею хімічна, а не фізична, адгезія захисної мономолекулярної плівки дуже висока. Одна з важливих переваг епіламування полягає в тому, що воно не змінює структуру оброблюваної поверхні, а лише модифікує її, надаючи поверхні антифрикційні, антиадгезійні, гідрофобні, захисні та інші корисні властивості. Практично незмінними залишаються і геометричні розміри оброблених деталей, оскільки товщина захисного покриття ~4...8 мкм. При проведенні епіламування молекули епіламуючого складу при контакті з твердим тілом (металом, гумою і т.п.) проникають в його прикордонний шар і утворюють на поверхні мономолекулярну плівку, яка дозволяє знизити коефіцієнт тертя в 2..3 рази, а поверхневу енергію зменшити в ~1000 разів. Це забезпечує поверхні тертя наявність антифрикційних і антиадгезійних властивостей. Сформована бар'єрна плівка витримує температуру до 400 °С, не руйнується при ударних навантаженнях до 300 кг/мм².

Молекули епілама заповнюють мікронерівності і мікротріщини, знижуючи поверхневу крихкість. Найбільш активно вони взаємодіють з молекулярною структурою основи саме в місцях порушення кристалічної ґратки, створюючи свого роду латки і зміцнюючі взаємодіючі поверхні. Таким чином, сама плівка запобігає зносу поверхонь, що взаємодіють, а її структура у вигляді ворсу утримує мастильні матеріали в зоні контакту, чим запобігає сухому тертю.

Список використаних джерел:

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984.
2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
4. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
5. Тищенко М.Н. Вертольоти / М.Н. Тищенко. – М.: Машинобудування, 1982.
6. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузов / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.

Лавренко Валерій Іванович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Талда Дмитро Анатолійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: ihofiv89@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5554-4788>.

Lavrenko Valerii Ivanovych –senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; **email:** lavrenko@ukr.net ; **ORCID:** <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Talda Dmytro Anatoliyovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: ihofiv89@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5554-4788>.

І. Б. Ковтонюк, Н. Ю. Григоренко

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАНЕВРУВАННЯ ВЕРТОЛЬОТА МІ-24

Анотація: необхідність виконання бойових завдань обумовило використання вертольота як бойового літального апарату. Стало питання про удосконалення характеристик маневреності бойового вертольота, маневрені характеристики якого б відповідали його призначенню.

Ключові слова: маневреність, виконання бойових задач, бойовий вертоліт.

Abstract: The need to perform combat missions led to the use of the helicopter as a combat aircraft. The question arose of improving the maneuverability characteristics of a combat helicopter, the maneuvering characteristics of which would correspond to its purpose.

Key words: maneuverability, performance of combat missions, combat helicopter.

Повітряні Сили Збройних Сил України відіграють важливу роль у захисті суверенітету й територіальної цілісності держави в умовах тривалого військового конфлікту з російською федерацією. Їхня діяльність зосереджена на виявленні, протидії та відстороненні ворожих загроз, а також захист повітряного простору України. У рамках цих завдань українська авіація активно залучається до оборонних операцій. Успіх багатьох завдань залежить від можливостей та надійності літальних апаратів, що робить модернізацію вертольотів Повітряних Сил ЗСУ однією з пріоритетних задач.

На основі проведеного аналізу встановлено, що покращення маневрених характеристик є одним з основних напрямків підвищення бойової ефективності ударного вертольота в умовах України. В роботі запропонована математична модель та методика розрахунку динаміки руху вертольота на основі удосконаленого методу потужностей. Перевірка достовірності результатів, які отримані за допомогою запропонованої методики моделювання показує, що розбіжність розрахункових даних з даними льотного експерименту та розрахунками інших авторів не перевищує 5%.

В роботі шляхом проведення чисельного експерименту обґрунтована можливість:

- збільшення поступальної швидкості польоту вертольота Мі-24 хвостом вперед;
- збільшення поступальної швидкості польоту вертольота Мі-24 вліво;
- виконання плоского розвороту на вертольоті Мі-24;
- виконання на вертольоті Мі-24 віражу тангажом.

Умовний радіус розвороту вертольота Мі-24 під час виконання плоского розвороту на швидкостях $V=75-300$ км/год на 60% менше, ніж радіус розвороту при виконанні розвороту та форсованого розвороту. Використання під час ближнього наведення плоского розвороту дозволяє збільшити ймовірність ближнього наведення вертольота з відстані 5-15 км на 2-35%.

Аеродинаміка вертольота відіграє значну роль у його маневреності. Основними аспектами є форма і конструкція лопатей, їх довжина та кут нахилу. Використання сучасних матеріалів, таких як композитні матеріали, може зменшити вагу конструкції, що позитивно вплине на маневреність.

Рух вертольота, як твердого тіла, в кожен момент часу t визначається земною швидкістю рухомого початку координат O . Орієнтація вертольота відносно земної поверхні визначається кутами тангажу ν , ристання ψ , крену γ .

В даній роботі вважається, що повітряне середовище в нормальній земній системі координат покоїться, тобто швидкість вітру $\vec{W}=0$. Тому вектор повітряної швидкості V , який характеризує рух вертольота відносно незбуреного ним середовища, дорівнює вектору земної швидкості рухомого початку координат O .

На основі методу потужностей розроблено методику розрахунку руху вертольота у всьому діапазоні кутів ковзання. В основі методики лежить врахування кутів ковзання при розрахунку траєкторії руху вертольота при здійсненні ним просторових видів маневрів.

Список використаних джерел:

1. Державна програма розвитку Збройних Сил України на 2006-2011 роки. Основні положення.
2. Теоретичні дослідження маневрених можливостей вертольота. Математична модель динаміки маневрування вертольота: звіт з НДР/ХІЛ ВПС-"Рапіра"-том 1.-Харків, 1998. -74 с.
3. Аналіз експлуатаційних обмежень деяких льотно-технічних характеристик вертольота Ми-24: звіт з НДР/ХІЛ ВПС-"Рапіра"-том 1.-Харків, 1998. -16 с.
4. Ковтонюк І.Б., Миргород Ю.І., Крук Б.М. Аналіз впливу експлуатаційних факторів на обмеження по кутовій швидкості розвитку вертольота на висінні ліворуч та обмеження поступальної швидкості пересування вертольота праворуч. Зб. наук. пр., Харків: ХІЛ, 1998 р., Вип.2.

Ковтонюк Ігор Борисович – начальник кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: igor_kovtonyuk@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7010-3596X>.

Григоренко Наталя Юріївна – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: nsajjzjsjsa@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9935-4393X>.

Kovtonyuk Ihor Borysovych – head of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; **email:** igor_kovtonyuk@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7010-3596X>.

Hryhorenko Natalia Yuryivna – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: nsajjzjsjsa@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9935-4393X>.

Б. Б. Буца, Д. В. Сніжко

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ПИЛЕЗАХИСТНОГО ПРИБОРУ

Анотація: одними з головних задач армійської авіації є десантування підрозділів, техніки та вогнева підтримка підрозділів сухопутних військ. Майже всі завдання, що вирішує вертоліт Мі – 8МТ виконуються в умовах мінімально підготовлених злітно – посадкових майданчиків, а в разі крайньої необхідності – та взагалі не підготовлених. На відміну від літака, вертоліт повинен мати можливість на тривалий час зависати над землею (часто – в хмарі ним же піднятого пилу), а також виконувати завдання на гранично малих висотах. Тому найважливішою особливістю експлуатації вертольотів всіх типів – є тривала робота при запиленому повітря. Це зумовлює необхідність проводити деякі заходи щодо захисту двигуна від попадання сторонніх предметів. У даному проекті пропонується покращити ресурс вузлів та систем ГТД та розробка конструктивно-технологічних заходів на підтримку надійності роботи ГТД.

Ключові слова: злітно-посадкові майданчики, гранично малі висоти, ресурс вузлів та систем ГТД

Abstract: One of the main tasks of army aviation is the landing of units, equipment and fire support of units of the ground forces. Almost all the tasks solved by the Mi-8MT helicopter are performed in the conditions of minimally prepared take-off and landing sites, and in case of extreme necessity, they are not prepared at all. Unlike an airplane, a helicopter must be able to hover over the ground for a long time (often in a cloud of dust raised by it), as well as perform tasks at extremely low altitudes. Therefore, the most important feature of the operation of helicopters of all types is long-term operation in dusty air. This makes it necessary to take some measures to protect the engine from foreign objects. In this project, it is proposed to improve the resource of GTE nodes and systems and the development of constructive and technological measures to support the reliability of GTE operation.

Key words: airstrips, extremely small heights, resource of GTE nodes and systems

Повітряні Сили Збройних Сил України відіграють вирішальну роль у захисті суверенітету й територіальної цілісності держави в умовах тривалого військового конфлікту з російською агресією. Їхня діяльність зосереджена на виявленні, протидії та відстороненні ворожих загроз, а також захист повітряного простору України. У рамках цих завдань українська авіація активно залучається до оборонних операцій, що підвищує значення ефективності та сучасності військової техніки. Успіх багатьох завдань залежить від можливостей та надійності літальних апаратів, що робить модернізацію Повітряних Сил ЗСУ однією з пріоритетних задач. [1].

В умовах активного застосування авіації в різних видах бойових завдань вертольоти Мі-8 стали одним із ключових елементів авіаційного парку України. Вони виконують широкий спектр завдань, включаючи транспортування військових, медичну евакуацію, забезпечення логістики, а також вогневу підтримку на полі бою.

Експлуатація вертольоту Мі – 8МТ та його силової установки з ПЗП організовується згідно керівних документів, керівництва по технічному обслуговуванні, єдиного регламенту технічного обслуговування, технологічних карт, а також інструкції екіпажу по експлуатації вертольоту.

Технічне обслуговування даного ПЗП не відрізняється від стандартного, але є ряд вимог, які повинні виконувати для його правильного функціонування:

- при стоянці вхід ПЗП повинен обов'язково бути зачохленим спеціальними чохлами.
- перед запуском двигуна потрібно перевірити вхідні канали на наявність по сторонніх предметів. Якщо вони були виявлені, потрібно бережно їх видалити не пошкоджуючи ПЗП.
- кожного дня після польотів необхідно очищати пило прийомну кільцеву щіль. Якщо виконувалося довге висіння вертольоту (більше 15 хв.) в місцях з наявністю сухої трави, листя

та малих гілок дерев чи кущів, при наступній посадці потрібно зробити зовнішній огляд, та якщо є необхідність, очистити від по сторонніх предметів кільця сепаратора.

-в процесі експлуатації слідкувати за відсутністю на деталях тріщини та вм'ятин або порушення лакофарбових покриттів. Тріщини та порушення лакофарбових покриттів не допускаються. На поверхні ПЗП допускаються невеликі вм'ятини глибиною не більше 3 –х мм.

Під час експлуатації ПЗП можуть виникати такі несправності: вентилятор не працює, вентилятор працює, але обертається жорстко або з вібрацією, вентилятор обертається на низькій частоті, вентилятор споживає надмірно струм або перегрівається, послаблення заклепок в місцях кріплення ПЗП і обшивки.

Можливі причини не спрацювання вентилятора немає 3 –х фазного живлення на мотор вентилятора, дефектний контактор вентилятора, робоче колесо (крильчатку) заклинило або дефект мастила підшипника. Якщо немає 3 –х фазного живлення на мотор вентилятора необхідно перевірити живлення та виправити якщо необхідно. Якщо дефектний контактор вентилятора необхідно перевірити безперервність і роботу спіралі контактора живлення. Необхідно виміряти опір між трьома парами вхідних живлячих проводів. Опір повинен бути між 1.35 і 1.75 Ом. Робоче колесо (крильчатку) заклинило або дефект мастила підшипника необхідно повертати робоче колесо вручну. Якщо для обертання потрібна надмірна сила, перевірте на наявність сторонніх предметів і видаліть їх.

Вентилятор працює, але обертається жорстко або з вібрацією можливі несправності: робоче колесо не закріплене або надмірний знос, викликає дисбаланс, знос підшипників мотора, заблоковані напрямні лопатки.

Якщо робоче колесо не закріплене або надмірний знос, викликає дисбаланс необхідно перевірити робоче колесо на надмірну ерозію або пошкодження із – за засмокування посторонніх предметів . Замінити колесо якщо потребується. Заблоковані напрямні лопатки – необхідно перевірити на виході вентилятора. Видаліть засмічення і випробуйте блок повторно.

Якщо вентилятор обертається на низькій частоті можливі такі несправності: обмежене робоче колесо, зношені підшипники опір ізоляції низький високий опір обмотки статора або розімкнутий ланцюг.

Інші питання експлуатації ПЗП в складі силової установки вертольоту більш ретельно викладено в спеціальній нормативно технічній документації по експлуатації та ремонту даного пристрою.

Список використаних джерел

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984.
2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.

Сніжко Дмитро Володимирович –викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: dimasnezhko68@gmail.com.

Буца Богдан Богданович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: bohdanbycha1996@gmail.com.

Snizhko Dmytro Volodymyrovych –senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email:dimasnezhko68@gmail.com.

Butsa Bohdan Bohdanovich – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: bohdanbycha1996@gmail.com

А. А. Леках, О. П. Мусієнко, В. В. Старцев

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ БОРОТЬБИ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ БЕЗПІЛОТНИХ НАЗЕМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Анотація: проведено аналіз досвіду з відновлення озброєння та військової техніки під час широкомасштабної агресії російської федерації проти України. Визначено основні проблемні питання щодо організації відновлення (ремонт) озброєння та військової техніки. Запропоновано основні напрямки оптимізації відновлення озброєння та військової техніки в умовах збройної боротьби з використанням сучасних безпілотних наземних комплексів.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, технічна розвідка, відновлення та ремонт, безпілотні наземні комплекси.

Annotation: An analysis of the experience of restoring weapons and military equipment during the large-scale aggression of the Russian Federation against Ukraine was carried out. The main problematic issues regarding the organization of restoration (repair) of weapons and military equipment have been identified. The main directions of optimizing the restoration of weapons and military equipment in the conditions of armed struggle with the use of modern unmanned ground complexes are proposed.

Keywords: weapons and military equipment, technical intelligence, restoration and repair, unmanned ground complexes.

Аналіз досвіду широкомасштабної збройної агресії з боку російської федерації, а також збройних конфліктів останніх десятиріч показав зовсім новий спосіб ведення бойових дій – у збройному конфлікті залучаються не тільки людський ресурс, а й робототехнічні засоби. Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали невід’ємною частиною збройних конфліктів, з’являються роботизовані системи, використання яких у різних умовах показало ефективність таких платформ. [1-3].

В цей час військові відомства провідних країн-членів НАТО розглядають роботизацію військової техніки як один із магістральних напрямів розвитку засобів збройної боротьби, що максимально виключають перебування особового складу в зоні досяжності вогневих засобів противника. Провідні держави світу проводять активну роботу з дослідження, виробництва та широкого застосування робототехнічних комплексів для досягнення переваги у збройному конфлікті.

Найбільших результатів у цій галузі досягли США. Так, якщо в Іраку використовувалося 365 одиниць роботів різного призначення, то в рамках плану міністерства оборони США “Інтегрована Дорожня карта розвитку безекіпажних систем на період 2009-2034 рр.” у програмі “Army Brigade Combat Team Modernization” – модернізація бойових бригадних груп, передбачається створення та впровадження у війська вже близько 200 типів наземних безпілотних комплексів. Середньорічний обсяг фінансування закупівель наземних роботів, що проводяться за даною програмою, становив близько \$1,5 млрд. Програма передбачала досягнення до 2020 року оснащення наземними робототехнічними комплексами різного призначення не менше 30% від загальної кількості бойової техніки.

Основним джерелом поповнення втрат озброєння і військової техніки (ОВТ) у ході бойових дій є їх відновлення, що включає комплекс заходів (робіт), спрямованих на приведення ОВТ що вийшли з ладу у готовність до використання (бойового застосування) і повернення до строю. До комплексу заходів входять технічна розвідка, евакуація, ремонт, повернення до строю відремонтованих (евакуйованих), а також передача зразків, що не підлягають відновленню, силам і засобам старшого начальника.

У ході бойових дій в Україні особливо встало питання своєчасної евакуації ОВТ, що вийшла з ладу, швидкого її відновлення та повернення на поле бою. При цьому пошкоджені ОВТ необхідно захистити від знищення чи захоплення противником. А з урахуванням

сучасного розвитку високоточної зброї та БпЛА, роль евакуації зразків ОВТ набуває на сьогодні більшої актуальності. Від її правильної та своєчасної організації залежить не лише успіх бою, а й подальший стан бойової готовності військових частин та підрозділів.

Евакуація є основною частиною системи відновлення зразків ОВТ. Робота евакуаційних груп пов'язана з низкою труднощів та проблем. Так, розмінування шляхів до пошкоджених ОВТ проводиться групою самостійно. Також на евакуаційні підрозділи полягає завдання як з евакуації тіл загиблих членів екіпажу, так і підготовки пошкодженої техніки до евакуації. Тут же варто врахувати й підготовчі роботи, що включають розрахунок технічного оснащення та евакуаційних засобів, точність якого безпосередньо залежить від якості технічної розвідки.

Технічна розвідка проводиться для своєчасного виявлення зразків ОВТ, які вийшли з ладу, визначення їх місцезнаходження, технічного стану та обсягу необхідних евакуаційних та ремонтних робіт, наявності та стану водіїв (екіпажів), вивчення районів розміщення (розгортання) частин та підрозділів логістичного забезпечення, маршрутів їх пересування (маневру), шляхів евакуації та місць передачі, оцінки стану та можливостей використання місцевої промислової бази та трофейної техніки. [4,5].

Для ведення технічної розвідки у військових частинах (підрозділах) створюються позаштатні (тимчасові) підрозділи технічної розвідки (групи технічної розвідки, пункти технічного спостереження тощо), яким виділяються, як правило, броньовані та неброньовані високопрохідні машини, обладнані засобами спостереження, зв'язку а також БпЛА для проведення повітряної розвідки пошкоджених об'єктів.

Під час ведення бойових дій ОВТ може втратити рухомість у зоні вогневого впливу противника внаслідок пошкодження, застрягання на місцевості, перекидання, завалу в укриттях або затоплення на водних перешкодах, загибелі екіпажу тощо. У цьому випадку виникають проблеми, які впливають на процес технічної розвідки: можливість проведення ефективної розвідки лише у світлий час доби, що ускладнює роботу розвідувальних груп, які перебувають під постійним впливом супротивника; обмеженість часу розвідки в умовах ведення інтенсивних бойових дій та постійної близькості противника; необхідність постійної зміни маршрутів розвідки; необхідність передчасної евакуації поранених та загиблих військовослужбовців, і лише після цього евакуації техніки.

Аналіз умов ведення сучасних бойових дій свідчить про необхідність удосконалення засобів технічної розвідки. На сьогодні провідні армії світу, у тому числі й ЗС України, прагнуть мінімізувати залучення людського ресурсу шляхом впровадження робототехнічних комплексів та систем під час ведення бойових дій. Тому, можливо, незабаром ми станемо свідками того, як роботизовані системи зможуть вести військові дії.

На тлі швидкого розвитку автоматизованих безпілотних платформ та активного їх застосування у військовій сфері, в доповіді розглядається, як приклад, варіант розроблення на базі різноманітної безпілотної наземної техніки як вітчизняного виробництва, так і спеціальної техніки закордонного виробництва, перспективного безпілотного наземного комплексу технічної розвідки.

Основними функціональними можливостями перспективного безпілотного наземного комплексу технічної розвідки, що розглядається, є: спроможність проводити з використанням засобів спостереження рекогносцировку місцевості, оцінювати стан інженерної та дорожньої обстановки, визначати координати місцезнаходження зразків та стан ОВТ, що вийшли з ладу; обробка отриманих розвідувальних та навігаційних даних із засобів відображення інформації та передача їх по каналах зв'язку споживачам інформації.

Впровадження запропонованих безпілотних наземних комплексів технічної розвідки в організаційно-штатну структуру ремонтно-відновлювальних органів на тактичному рівні дозволить виконувати завдання у найбільш небезпечних для життя особового складу районах та знизити втрати особового складу, підвищити ефективність функціонування системи логістичного забезпечення з питань відновлення пошкодженого ОВТ, а також змінити порядок та способи застосування підрозділів логістики при веденні бойових дій.

Список використаних джерел:

1. Доктрина Об'єднана логістика: затверджена Головнокомандувачем Збройних Сил України 19 вересня 2020 року. – К.: ГШ ЗС України, 2020. – 40 с.

2. Тимчасова настанова з логістичного забезпечення бойових дій частин (підрозділів) Повітряних Сил Збройних Сил України: наказ Генерального штабу Збройних Сил України від 28.012.2019 № 494.

3. Старцев В.В. Підходи щодо підтримки рішення на виконання заходів з відновлення озброєння та військової техніки в системі логістичного забезпечення Повітряних Сил Збройних Сил України / В.В. Старцев, В.Ф. Третяк, М.Б. Бровко, В.О., Джігірей, О.В. Коломійцев. // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – Черкаси: ДНВЦ, 2022. – № 1(11). – С. 116–126. DOI: 10.37701/dndivsovt.11.2022.13.

4. Сампір О. Удосконалена методика визначення можливостей з технічної розвідки пошкоджених зразків озброєння та військової техніки в ході ведення бойових дій. Journal of Scientific Papers “Social Development and Security”. Vol. 11, № 2, – 2021 pp 141-151. ISSN 2522-9842.

5. AJP-4. Allied Joint Doctrine for Logistics. Edition B Version 1. NATO Standardization Office (NSO), 2018. 84 p. URL:https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5f2d4db5d3bf7f1b1b53e80e/doctrine_nato_logistics_ajp_4.pdf (accessed 30.10.2024).

Леках Альберт Анатолійович – к. техн. наук, начальник науково-дослідної лабораторії наукового центру Повітряних Сил, e-mail: super-albertlekakh@ukr.net Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID 0000-0003-2848-2593, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Мусянко Олександр Павлович – к. техн. наук, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії наукового центру Повітряних Сил, e-mail: healsportua@gmail.com Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID 0000-0001-6062-7743, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Старцев Володимир Вікторович – науковий співробітник науково-дослідної лабораторії наукового центру Повітряних Сил, e-mail: startsevv1962@gmail.com Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ORCID 0000-0002-1562-6669, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023.

Lekakh Albert – PhD in Engineering, Head of Scientific and Research Laboratory of Scientific Center of Air Force, e-mail: super-albertlekakh@ukr.net Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID 0000-0003-2848-2593, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumskaia 77/79, Kharkiv, 61023.

Musienko Olexandr – PhD in Engineering, Leading Researcher of Scientific Center of Air Force, e-mail: healsportua@gmail.com Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID 0000-0001-6062-7743, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumskaia 77/79, Kharkiv, 61023.

Startsev Volodymyr – Researcher of Scientific Center of Air Force, e-mail: startsevv1962@gmail.com Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ORCID 0000-0002-1562-6669, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Sumskaia 77/79, Kharkiv, 61023.

В. М. Онищенко, В. Ж. Яшенюк, А. О. Дерев'янюк

ОЦІНКА НАВАНТАЖЕННЯ ПЛАНЕРА ПОВІТРЯНОГО СУДНА І РЕСУРСУ
КОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АЕРОПРУЖНОСТІ

Анотація: показано застосування математичних моделей (ММ) аеропружності повітряного судна (ПС) для оцінки навантаження конструкції, визначення напружено-деформованого стану силових елементів, їх міцності і витрати ресурсу в процесі експлуатації. ММ аеропружності побудовані на основі «повних» і спрощених розрахункових моделей і дозволяють в реальному часі проводити числові розрахунки щодо функціонування та навантаження ПС в різних випадках експлуатації та бойових пошкодженнях планера.

Ключові слова: математичні моделі аеропружності, пружні коливання, напружено-деформований стан, міцність, ресурс.

Abstract. The application of mathematical models (MM) of the aeroelasticity of an aircraft is shown for estimating the structural load, determining the stress-deformed state of power elements, their strength and resource consumption during operation. MM aeroelasticity are built on the basis of "full" and simplified calculation models and allow to carry out numerical calculations in real time regarding the operation and load of the aircraft in various cases of operation and combat damage of the glider.

Key words: mathematical models of aeroelasticity, elastic oscillations, stress-strain state, strength, resource.

Вступ. Для підтримання заданого рівня надійності та боєготовності авіаційної техніки в процесі її експлуатації одним з важливих та малодосліджених складових життєвого циклу ПС є оперативне визначення спектру навантаження основних силових елементів планера, а також обчислення та індивідуальний облік витрачання ресурсу конструкції ПС.

На прикладі військово-транспортного наводяться результати застосування ММ аеропружності і чисельного розрахунку на електронно-обчислюваних машинах навантаження пружної конструкції при дії неспокійної атмосфери.

Основний матеріал. Математичні моделі аеропружності ПС, як показує досвід їх використання, дозволяють достатньо точно описати динаміку руху конструкції, її деформування та навантаження [1, 2, 3]. Вони базуються на нестационарній аеродинаміці та динаміці польоту, автоматичі та теорії систем управління, будівельній механіці ПС та теорії пружності. Тому цю проблему природно називати аероавтопружністю.

При побудові ММ аеропружності ЛА деформація конструкції розкладається за власними функціями, що відображають пружні властивості конструкції в інтегральному сенсі. Пружні коливання і деформацію літака розраховують на основі методу заданих форм – деформацію ЛА розкладають за симетричними та кососиметричними формами вільних коливань конструкції. Пружні переміщення конструкції шукаємо у вигляді розкладання за відомими координатними векторними функціями $\vec{\phi}_l(x, y, z)$

$$\Delta \vec{r}(x, y, z, t) = \sum_{l=1}^N \vec{\phi}_l(x, y, z) q_l(t),$$

де $q_l(t)$ – так звані узагальнені координати, невідомі безрозмірні функції часу. В якості векторних функцій $\vec{\phi}_l(x, y, z)$ використовуємо форми власних коливань вільного літака. Для поверхонь великого подовження при розрахунку динамічних характеристик (форм та частот власних коливань) широко застосовується балкова схематизація конструкції. Кількість N утримуваних форм $\vec{\phi}_l(x, y, z)$ і визначає кількість ступенів свободи пружного деформування ПС.

Як розрахункову схему конструкції виберемо лінійну пружну модель. Найбільш поширена динамічна схема для літаків з несучою поверхнею великого і помірного подовження ($\lambda > 3$) – балкова, де основні агрегати ЛА (крило, фюзеляж, оперення) замінюються еквівалентними балками, що мають розподілені по довжині маси і жорсткості.

Будь-який переріз балки переміщується як жорстке ціле, тому достатньо в перерізі z задати його вертикальне переміщення $y(z, t)$ і кут повороту $\square(z, t)$. Переміщення осі жорсткості обумовлене деформаціями згинання і кручення балки.

Згідно з методом заданих форм, переміщення перерізу несучої поверхні описують у вигляді добутку форм на узагальнені координати $q(t)$, що залежать тільки від часу:

$$y(z,t) = \sum_{i=1}^N f_i(z) q_i(t) = \sum_{j=1}^N j(z) q_j(t),$$

Вивчення навантаження, деформування та руху транспортного літака при дії неспокійної атмосфери є одним із найважливіших завдань аеропружності. У льотній практиці зафіксовано численні випадки аварій та катастроф літаків, зумовлені впливом турбулентної атмосфери. Результати приведені для транспортного літака, який здійснює горизонтальний політ. Розглянемо випадок повздовжнього збуреного руху ЛА внаслідок впливу на ЛА дискретного пориву.

Аеродинамічні характеристики ЛА визначаються методами нестационарної аеродинаміки на основі гіпотези квазістационарності. Збурений рух ЛА як твердого тіла лінеаризований щодо базового режиму прямолінійного горизонтального польоту. Рівняння руху ЛА, пружного деформування та коливань конструкції записані на основі розкладання руху за власними функціями:

$$\begin{aligned} MU_0(\Omega_z - \alpha) &= Y, \\ I_z \Omega_z &= M_z, \\ M_l(\ddot{q}_l + 2\kappa_l \omega_l \dot{q}_l + \omega_l^2 q_l) &= Q_l, \end{aligned}$$

де M – маса ЛА; Ω_z – проекція вектора абсолютної кутової швидкості відносно осі Oz ; α – кут атаки ЛА; Y – проекція поверхневої сили на вісь y зв'язаної системи координат; I_z – момент інерції ЛА відносно осі Oz ; M_z – момент тангажа відносно осі Oz ; $l = 1, 2, \dots, N$, N – число утримуваних форм власних коливань; M_l – узагальнена маса; Q_l – невідомі узагальнені сили, розраховуються для зв'язаної задачі аеропружності.

Змінна у часі аеродинамічна сила при вході в порив збуджує пружні коливання. Максимальне перевантаження на кінці та середині крила в залежності від тривалості пориву і запасу статичної стійкості ЛА зображено на рис. 1.

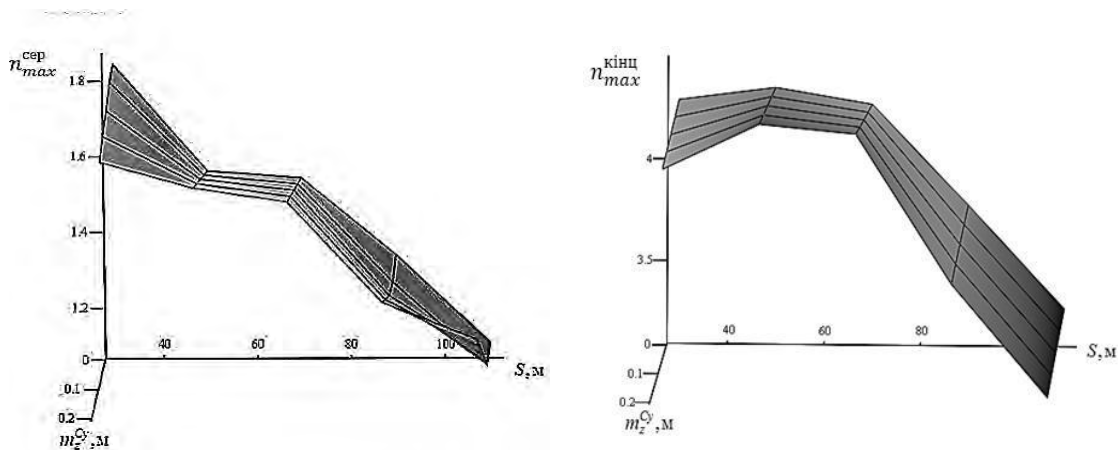


Рис. 1. Зміна максимального перевантаження на кінці та середині крила

Висновки. Розрахункові дані дозволяють визначити небезпечні місця в конструкції, оцінити частотний спектр навантаження та рівень змінних напружень. На основі гіпотези лінійного підсумовування пошкоджень з'являється можливість оперативної оцінки витрачання

ресурсу конструкції, а також проводити широкі параметричні дослідження щодо впливу дій льотного складу та умов експлуатації на навантаження літака.

Список використаних джерел:

1. Bisplinghoff, Raymond L. Aeroelasticity / Raymond L., Bisplinghoff, Holt Ashley, Robert L. Haffman, New York, 1955. – 860 p.
2. Онищенко В.М. Динамічна реакція та стійкість пошкодженої конструкції транспортного літака. Открытые информационные и компьютерные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун -та им. Н. Е. Жуковского "Харьков. авиац. ин-т". – Вып. 87. – Харьков, 2020. – С. 173...179.
3. Онищенко В.М. Математичне моделювання удару пружного літального апарата на посадці. Открытые информационные и компьютерные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун -та им. Н. Е. Жуковского "Харьков. авиац. ин-т". – Вып. 84. – Харьков, 2019. – С. 165...169.

Онищенко Володимир Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів, e-mail: vladimironisenko83@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6547-6646>, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна

Яценко Володимир Жоржевич, кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів, e-mail: zhorzhevich71@ukr.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7806-8078>, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна

Дерев'янка Анастасія Олександрівна, курсант 241/1 навчальної групи інженерно авіаційного факультету, e-mail: dere8inko@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0001-5981-2113>

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна

Volodymyr Onishchenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Design and Strength of Aircraft and Engines, e-mail: vladimironisenko83@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6547-6646> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

Volodymyr Yachenok, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; head of the department of Design and Strength of Aircraft and Engines, e-mail: zhorzhevich71@ukr.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7806-8078> Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

Anastasia Derevianko, cadet 241/1 of the training group of the aviation engineering faculty, e-mail: dere8inko@gmail.com, ORCID <https://orcid.org/0009-0001-5981-2113>, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

О. В. Пальчук, О. М. Олійник

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ТА ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛІТАКА – ВІНИЩУВАЧА СУ-27

Анотація: літак-винищувач Су-27, розроблений у 1970-х роках, став одним з найуспішніших і найвідоміших бойових літаків у світі. Проте, з огляду на швидкий розвиток авіаційних технологій і зміни в бойових умовах, виникає необхідність у його модернізації, тому однією з варіантів модернізації даного ПС для зменшення показників малопомітності є заміна застарілого, але найпоширенішого сопла на плоске яке забезпечить зменшення ІК випромінювання.

Ключові слова: модернізація, вихідний пристрій, зменшення показника малопомітності.

Annotation: The Su-27 fighter jet, developed in the 1970s, became one of the most successful and well-known combat aircraft in the world. However, given the rapid development of aviation technologies and changes in combat conditions, there is a need for its modernization. One option for modernizing this aircraft to reduce its low observability characteristics is to replace the outdated yet most common nozzle with a flat one, which will reduce infrared radiation.

Keywords: modernization, output device, reduction of visibility index.

Текст тези. Враховуючи розвиток зразків озброєння, зокрема авіаційної техніки інших країн, стає очевидною необхідність покращення характеристик власних зразків озброєння та військової техніки. Щоб забезпечити Повітряним Силам можливість виконувати поставлені завдання якісно і максимально ефективно необхідно забезпечити характеристики бойової техніки не гірші світового рівня. Шляхи вдосконалення авіаційної техніки можуть бути різноманітні.

Реактивне сопло є основним невід'ємним елементом вихідних пристроїв будь-яких літальних апаратів з реактивними двигунами. Крім реактивного сопла вихідні пристрої сучасних літальних апаратів, і особливо надзвукових і гіперзвукових багаторежимних літаків, будучи складним елементом реактивних двигунів можуть включати в себе різні системи підведення повітря до реактивного сопла, системи для відхилення вектора тяги і реверса тяги, системи зниження рівня шуму, інфрачервоного випромінювання і т.д.

Аналізуючи властивості та характеристики плоских сопел, можемо зауважити, що концепція плоского (невісесиметричного) сопла може задовольнити вказані вище вимоги до перспективних літаків та забезпечити ряд переваг в порівнянні з круглими соплами.

Застосування відхилення сопел збільшує перевагу проектуємого літака над літаками противника, за рахунок більшої швидкості зміни кута атаки. Таким чином, літак має можливість, як увійти в ближній маневровий бій з винищувачем противника на вигідному для себе режимі, так і вийти з нього. Відхилення сопел надає літаку нову властивість (надзвукову швидкість та можливість маневрувати при $M > 1$) при цьому забезпечує йому перевагу і на традиційних режимах

Список використаних джерел:

1. Синюк О. Г. Літальні характеристики та маневрування літаків. – Харків: ХВВАІУ, 1989. – 150 с.
2. Кузнецов Ю. І. Динаміка польоту літаків. – Київ: Наукова думка, 1991. – 320 с.
3. Динаміка польоту літальних апаратів: навч. посібник / О. Г. Войтенко, І. Б. Ковтонюк, В. М. Костенко та ін. - Х.: ХУ ПС, 2005. - 173 с
4. Навчально-методичний посібник для виконання курсового та дипломного проектування. – Х.: ХНУПС, 2019.
5. Технічний опис двигуна АЛ-31Ф
6. Конструкція силових установ

Пальчук Олександр Володимирович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; e-mail: sasha.palchuk777@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0037-4426>

Олійник Олег Миколайович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету, Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; e-mail: onik74@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>

Palchuk Sasha Volodymyrovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; e-mail: sasha.palchuk777@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0037-4426>

Oliynyk Oleg Mykolayovych – senior Lecturer of the Department of Aviation Engineering Support, Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; e-mail: onik74@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0403-7286>

М. П. Кандирін, О. М. Дзігора

ПРОЄКТУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СИНТЕЗАТОРІВ СИГНАЛІВ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Анотація: розглядаються можливості використання комбінованих цифроаналогових формувачів для синтезу радіолокаційних гетеродинних і зондувальних сигналів. Обговорюються особливості побудови комбінованого синтезатора частот і сигналів, що виконаний на основі однокільцевої системи фазового автопідстроювання частоти із цифровим синтезатором сигналів у якості джерела опорного сигналу. Для проєктування таких пристроїв і дослідження їх шумових характеристик пропонується використовувати програмний комплекс. Наведено результати математичного моделювання шумових характеристик комбінованого синтезатора та його окремих функціональних елементів при формуванні простих і складних радіолокаційних сигналів.

Ключові слова: цифровий синтезатор сигналів, комбінований синтезатор, програмний комплекс, спектральна густина потужності, фазовий шум.

Abstract: The possibilities of using combined digital-analog shapers for the synthesis of radar heterodyne and sounding signals are considered. The features of the construction of a combined frequency and signal synthesizer based on a single-ring phase-locked loop system with a digital signal synthesizer as a reference signal source are discussed. To design such devices and research their noise characteristics, it is proposed to use a software complex. The results of mathematical modeling of the noise characteristics of a combined synthesizer and its individual functional elements during the formation of simple and complex radar signals are presented.

Keywords: digital signal synthesizer, combined synthesizer, software complex, power spectral density, phase noise.

У сучасних радіолокаційних системах для формування високостабільних гетеродинних і зондувальних сигналів застосовуються синтезатори частот і сигналів. Останнім часом широко використовуються цифрові синтезатори сигналів (ЦСС), що засновані на методі прямого цифрового синтезу [1, 2]. Такі пристрої формування забезпечують високу роздільну здатність по частоті й фазі, швидкий перехід на іншу частоту (фазу) та перебудову по частоті без розриву фази, але основним їх недоліком є обмежений частотний діапазон формованих сигналів (при максимальній тактовій частоті 3,5 ГГц вихідна частота не перевищує 1,6 ГГц) і високий рівень паразитних спектральних складових [2–4]. Для розширення частотного діапазону ЦСС використовують різні способи, такі як: перенесення сигналів ЦСС в діапазон надвисоких частот (НВЧ) за допомогою змішувачів, квадратурних модуляторів, систем фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) і нарешті, використання бічних високочастотних складових спектру сигналу цифрових синтезаторів [5–7].

Одними з найбільш перспективних на сьогоднішній день для формування НВЧ сигналів із змінюваними параметрами є комбіновані синтезатори (КС), що побудовані на основі непрямого аналогового і прямого цифрового методів синтезу. Розглянуто основні варіанти побудови КС з використанням систем ФАПЧ і ЦСС. Показано, що серед комбінованих синтезаторів на основі однокільцевих систем ФАПЧ з ЦСС найбільш широким попитом при розробці сучасної радіолокаційної апаратури користуються КС з ЦСС у якості генератора опорного сигналу системи ФАПЧ [8]. Такі пристрої забезпечують формування у широкій смузі частот не тільки гармонійних сигналів, але й більш складних сигналів із частотною модуляцією (лінійною (ЛЧМ) та нелінійною), практично вільних від паразитних складових спектру.

Для проєктування таких КС і дослідження їх шумових характеристик був розроблений програмний комплекс. Використання програмного комплексу дозволяє розробнику суттєво спростити та значно прискорити процес частотного планування й структурного проєктування пристроїв формування сигналів на основі комбінованих цифроаналогових синтезаторів, а також провести порівняльний аналіз їх шумових характеристик. Для розрахунку шумових характеристик КС використовуються математичні моделі спектральної густини потужності фазового шуму (ФШ) основних функціональних ланок синтезатора [8].

Зручний і простий у використанні графічний інтерфейс при роботі з програмним комплексом не вимагає від користувача володіння навичками програмування із застосуванням сучасних пакетів прикладних програм, а все обмежується лише простим рівнем користувача персональної електронної обчислювальної машини.

Програмний комплекс надає користувачеві можливість вибрати сучасні інтегральні мікросхеми ЦСС і ФАПЧ, тип фільтра нижніх частот, параметри яких будуть використовуватися при моделюванні. Результати моделювання й порівняння виводяться на екран, а також зберігаються в різних форматах векторної або растрової графіки для подальшого аналізу. Застосування програмного комплексу дозволяє візуалізувати та спростити розрахунок шумових характеристик синтезатора та його функціональних ланок, дослідити вплив окремих ланок КС на результуючий рівень ФШ, а також вибрати найбільш відповідні значення параметрів системи з точки зору отримання мінімального рівня фазового шуму на виході.

Наведено результати математичного моделювання шумових характеристик КС та його окремих функціональних елементів при синтезі різних фіксованих частот та ЛЧМ сигналів.

Список використаних джерел:

1. Kroupa V. F. Direct Digital Frequency Synthesizers. John Wiley & Sons, Inc. 1998. 396 p.
2. Белов Л.А. Устройства формирования СВЧ сигналов и их компоненты: учеб. пособ. / Л.А. Белов. – М: Издательский дом МЭИ. – 2010. – С. 242-266.
3. Кандырин Н. П., Дзигора А.М. Современное состояние техники цифрового синтеза сложных частотно-модулированных сигналов. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2005. № 6(6). С. 20-25.
4. Analog Devices, Inc. Data Sheet AD9914: 3.5 GSPS Direct Digital Synthesizer with 12-bit DAC DDS – [Електр. ресурс]. – Режим доступу: www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD9914.pdf.
5. Cushing R. Single Sideband Upconversion of Quadrature DDS Signals to the 800 to 2500 MHz Band / R. Cushing – Analog Dialogue. – 2000. – 34-3.
6. Kroupa V. F. Phase Lock Loops and Frequency Synthesis. John Wiley & Sons, Inc. 2003. 320 p.
7. Кандырин Н. П. Исследование шумовых характеристик формирователя сигналов на основе ЦСС при использовании ВЧ боковых составляющих и специальных видов интерполирующих функций для расширения частотного диапазона. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2015. № 1(18). С. 101-108.
8. Кандирін М. П., Дзигора О. М. Внески фазових шумів ланками комбінованого синтезатора з цифровим синтезатором сигналів у якості опорного генератора системи фазового автопідстроювання частоти. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2023. № 2 (51). С. 78-84. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.51.10>.

Кандирін Микола Павлович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kandyrin.family@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0831-4384>

Дзигора Олександр Михайлович, доцент кафедри фізики та радіоелектроніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: rozenboss@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6614-4694>.

Mykola Kandyrin, PhD in Engineering, Senior Researcher, Senior Researcher of scientific research department of Air Force science center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: kandyrin.family@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0831-4384>

Oleksandr Dzihora, Associate Professor of the Department of Physics and Radioelectronics, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: rozenboss@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6614-4694>

О. А. Круць, В. О. Панасюк

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕМОНТУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛІТАКА МіГ-29

Анотація: у Повітряних Силах Збройних Сил України на озброєнні знаходиться легкий фронтовий винищувач літак МіГ-29, який призначений для боротьби з противником у повітрі ведення повітряного бою, прикриття військ та об'єктів тилу фронту від ударів з повітря, протидії повітряній розвідці противника. Допоміжним завданням для винищувача є знищення наземних, надводних цілей після їх візуального виявлення. Оскільки парк даної техніки є застарілим, то актуальним вважається дослідження напрямків модернізації винищувача літака типу МіГ-29.

Ключові слова: легкий фронтовий винищувач, модернізація винищувача, боротьба з противником.

Annotation: The Air Force of the Armed Forces of Ukraine has a MiG-29 light front-line fighter aircraft in service, which is designed to fight the enemy in air combat, cover troops and facilities in the rear of the front from air strikes, counter enemy aerial reconnaissance. An auxiliary task for the fighter is the destruction of ground and surface targets after their visual detection. Since the fleet of this equipment is outdated, it is considered relevant to study the directions of modernization of the MiG-29 type fighter aircraft

Keywords: light frontline fighter, fighter upgrade, fight with the enemy.

На озброєні авіації Повітряних Сил ЗСУ знаходяться літаки винищувачі МіГ-29, які виконували та виконують бойові завдання під час відбиття збройної агресії російської федерації. Згідно статистичних даних а саме інформаційних бюлетенів які надходять до авіаційних частин за останні десять років та під час ведення бойових дій, встановлено що велика кількість відмов та несправностей припадає на систему керування літаком зокрема через фізичні пошкодження від ударних хвиль, осколків, що спричиняє деформацію і пошкодження елементів та агрегатів системи а також негативну роль відіграють механічні зноси системи тому, що часті вильоти в небезпечних бойових умовах призводять до швидшого зносу систем та механізмів, ускладнюючи технічне обслуговування. На літаку встановлена система керування яка є комплексною і забезпечує не тільки процес керування літаком в польоті і при русі по землі, а також підвищує ефективність його бойового застосування і безпеку польоту здійсненням автоматичного і директорного керування на важливих етапах польоту, полегшення роботи льотчику і підвищенням точності пілотування на всіх етапах виконання польотного завдання. Дана система керування включає систему неавтоматичного ручного керування, систему автоматичного керування, систему керування рухом літака по землі, систему контролю і забезпечення безпеки польоту, навігаційний комплекс, систему індикації. В роботі було проведено аналіз експлуатаційних факторів які впливають на виконання завдань винищувачем за призначанням в сучасних умовах ведення бойових дій проти більш сучасних літаків противника. Отже виникає необхідність звернути увагу на систему управління, шляхи її вдосконалення та модернізації.

При проведенному аналізі існуючої системи було запропоновано покращити систему шляхом глибокої модернізації за рахунок встановлення електро-дистанційної системи керування літаком. Під керуванням літака розуміють процес зміни параметрів руху літака шляхом відхилення льотчиком ручки керування літаком, педалей, важелів керування двигуном. В штатній системі керування, керування літаком відбувається через систему тяг і качалок, з урахуванням впливу автоматичних пристроїв, відхиляють рульові поверхні, які створюють сили і моменти, що діють на літак. Під дією цих сил і моментів літак рухається у повітряному просторі, змінює або зберігає свою траєкторію руху. В запропонованій електро-дистанційній системі керування команди управління передаються з органів керування на рульові поверхні у вигляді електричних імпульсів. До переваг електро-дистанційної системи керування можна віднести високий рівень дублювання, низьку масу, спрощується процес формування передатних чисел та їх корекція, можливість створення більш ергономічного простору у кабіні пілотів.

Більш легке обслуговування через суттєве зменшення кількості елементів що рухаються, можливість контролю та корегування дій пілота за рахунок сучасних систем обчислення, підвищення швидкості передачі інформації від ручки керування літаком та педалей до рульових поверхонь, зниження часу відгуку ручки керування, зниження експлуатаційних витрат та часу на виявлення несправностей в системі. Одним із недоліків у застосуванні електро-дистанційної системи керування є забезпечення надійності, яка повинна бути принаймні такою ж, як у механічної системи. Однак з стрімким розвитком сучасних технологій задача забезпечення збільшення надійності значно знизилась тому, що з використанням новітніх систем обчислення та діагностики для виявлення несправностей на землі та у повітрі, модернізована система нічим не буде уступати штатній.

З вище переліченого можна зробити висновок що система керування цього літака є критично важливою для його бойового застосування. Аналіз показав необхідність модернізації, зокрема впровадження електро-дистанційної системи, яка дозволить підвищити ефективність управління, знизити масу та спростить обслуговування. Це вдосконалення покращить відгук рульових поверхонь на команди пілота та зменшить ризики відмов та ураження системи під час виконання операцій за призначенням та забезпечить більшу ефективність літака в бойових умовах.

Список використаних джерел:

1. Наказ Міністра Оборони № 343 від 05.07.2016 року Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. – К. 2016.
2. Відновлення та технології військового ремонту повітряних суден : навч. посіб. / В. О. Іванюк, О.В. Гальчун, О. М. Трошін, В. М. Стадниченко. – Х.: ХНУПС, 2018.
3. Відновлення бойової авіаційної техніки. Під ред. В. К. Стасенкова. – К.: КІ ВПС. 1995.
4. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів. Під ред. А.П. Кудріна. – К.: НАУ, 2002.
5. Основи трибології. Під ред. В. А. Войтова. – Х.: ХНТУСГ, 2008.
6. Бойовий літак МиГ-29. Конструкція планера і систем літака : навч. посіб. / В. А. Бердочник, В. В. Логінов, К.В. Сюлев, В.О. Хрістов, В. О. Шлапацький. – Х. : ХНУПС, 2017.
7. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/806725> .

Круць Олександр Анатолійович – доцент кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна; email: oleksander.kruts@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>.

Панасюк Василь Олександрович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків Україна; email: wspanasiuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3332-5425>.

Kruts Oleksandr Anatoliiovych – Associate Professor of the Department of Engineering and Aviation Support, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: oleksander.kruts@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>.

Panasiuk Vasyl Oleksandrovyich – student of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba; Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: wspanasiuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3332-5425>.

О. А. Круць, О. В. Гирняк

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕМОНТУ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Анотація: паливна система повітряного судна є критично важливим елементом, що забезпечує ефективну та безпечну роботу двигунів. Вона включає компоненти, такі як паливні баки, насоси, фільтри та трубопроводи, які разом забезпечують постачання пального до двигунів. Надійність паливної системи визначає не лише продуктивність літака, а й безпеку польотів, тому регулярне обслуговування і своєчасний ремонт є необхідними для запобігання аварійним ситуаціям. Успішне функціонування системи потребує дотримання строгих стандартів контролю якості та використання новітніх технологій для діагностики та ремонту.

Паливна система – невід’ємна частина будь якого літака, що забезпечує його двигуни постійною подачею пального для безвідмовної роботи. В сучасних літаках паливні системи являють собою великі комплекси окремих систем та механізмів.

Ключові слова: паливна система, повітряне судно, силова установка, ремонт, авіаційні технології.

Annotation: An aircraft's fuel system is a critically important element that ensures the efficient and safe operation of engines. It includes components such as fuel tanks, pumps, filters and pipelines that together ensure the supply of fuel to the engines. The reliability of the fuel system determines not only the performance of the aircraft, but also the safety of flights, so regular maintenance and timely repairs are necessary to prevent emergency situations. The successful operation of the system requires compliance with strict quality control standards and the use of the latest technologies for diagnosis and repair.

The fuel system is an integral part of any aircraft, which provides its engines with a constant supply of fuel for trouble-free operation. In modern aircraft, fuel systems are large complexes of separate systems and mechanisms.

Keywords: fuel system, aircraft, power plant, repair, aviation technologies.

Завдяки тому, що під час ведення бойових дій авіаційна техніка яка експлуатується за технічним станом згідно правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України, застаріла та має вичерпані запаси ресурсу є випадки відмов та несправностей паливної системи літака МіГ-29.

В роботі проведено аналіз особливостей ремонту паливної системи. Дослідження особливостей ремонту паливної системи повітряних суден – це важлива тема, оскільки паливна система є однією з ключових систем, що забезпечує безперебійну роботу літака і безпеку польоту. Основна мета ремонту цієї системи – забезпечити надійне подання палива від паливних баків до двигунів за будь-яких умов польоту. В роботі проведено дослідження та аналіз відмов і несправностей паливної системи літака МіГ-29. Розглянуті особливості експлуатації паливної системи повітряного судна з урахуванням досвіду бойових дій. Запропановані інноваційні підходи до ремонту паливних систем за рахунок використання сучасних матеріалів (композитних матеріалів) для зменшення зносу та підвищення корозійної стійкості та впровадження цифрових систем моніторингу, які дозволяють в режимі реального часу відслідковувати стан системи і виявляти потенційні проблеми до того, як вони спричинять несправності.

Дослідження та впровадження передових методів ремонту паливної системи повітряних суден сприяє підвищенню рівня надійності і безпеки повітряного судна. Вчасне і якісне обслуговування дозволяє уникнути можливих аварійних ситуацій, пов'язаних з виходом з ладу паливної системи, що має важливе значення для авіаційної галузі та забезпечення безпеки пасажирів.

Список використаних джерел:

1. Наказ міністра оборони № 343 від 05.07.2016 року. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. – К. 2016. – 256 с.
2. Навчально-методичний посібник для виконання курсового та дипломного проектування. – Х.: ХНУПС, 2019
3. Відновлення та технології військового ремонту повітряних суден : навч. посіб. / В. О. Іванюк, О. В. Гальчун, О. М. Трошін, В. М. Стадниченко. – Х.: ХНУПС, 2018. – 164 с.
4. Відновлення бойової авіаційної техніки. Під ред. В. К. Стасенкова. – К.: КІ ВПС. 1995. – 334 с.
5. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів. Під ред. А.П. Кудріна. – К.: НАУ, 2002. – 492 с.
6. Основи трибології. Під ред. В. А. Войтова. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
7. Технологія літакобудування: підруч.: у 2 ч. Ч. 1. Типові технологічні процеси виготовлення деталей літальних апаратів / [А. П. Кудрін, М. С. Кулик та ін.]; за ред. М. С. Кулика. – К.: НАУ, 2009. – 368 с.
8. Технологія літакобудування: підруч.: у 2 ч. Ч. 2. Типові технологічні процеси складально-монтажних робіт та випробувань при виготовленні літальних апаратів / [А. П. Кудрін, М. С. Кулик, Г. М. Зайвенко та ін.]; за ред. М. С. Кулика. – К.: НАУ, 2012. – 304 с.
9. Бойовий досвід застосування військових частин та підрозділів родів військ ПС ЗС України (збір. мат. за результатами участі ПС ЗС України в ході АТО на сході України): збірник матеріалів / С. С. Дроздов, В. В. Коваль, О. С. Котляр та ін.; під заг. кер. Ю. А. Байдака. – Вінниця: Командування ПС ЗС України, 2015. – 156 с.

Гирняк Олег Валерійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; *email*: aligator15zef@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9783-3873>

Круць Олександр Анатолійович – доцент кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; *email*: oleksander.kruts@gmail.com . ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>

Нурніак Олег Валерійович - a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; *email*: aligator15zef@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9783-3873>

Kruts Oleksandr Anatoliiovych – associate Professor of the Department of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; *email*: oleksander.kruts@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>

С. А. Плешкунов, В. М. Томчук

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ РОБОТИ ГОЛОВНОГО РЕДУКТОРА ВЕРТОЛЬОТА МІ-8МСБ

Анотація: робота спрямована на аналіз надійності та причин відмов цього критичного агрегату, що впливає на безпеку та ефективність польотів. У дослідженні розглядаються методи діагностики, конструктивні вдосконалення та оптимізація техобслуговування. Мета роботи — зниження відмов і підвищення довговічності редуктора, що сприятиме безпеці авіації та економічній ефективності.

Ключові слова: безвідмовність, головний редуктор, вертоліт Мі-8МСБ, авіаційна безпека, технічне обслуговування, діагностика, довговічність, модернізація, експлуатація.

Abstract: Development of measures to increase the failure-free operation of the main gearbox of the Mi-8MSB helicopter" is aimed at analyzing the reliability and causes of failures of this critical unit, which affects the safety and efficiency of flights. The research examines the methods of diagnostics, constructive improvement and optimization of maintenance. The goal of the work is to reduce failures and increase the durability of the gearbox, which will contribute to aviation.

Key words: reliability, main gearbox, Mi-8MSB helicopter, aviation safety, maintenance, diagnostics, durability, modernization, operation.

Повітряні Сили Збройних Сил України відіграють вирішальну роль у захисті суверенітету й територіальної цілісності держави в умовах тривалого військового конфлікту з російською агресією. Їхня діяльність зосереджена на виявленні, протидії та відстороненні ворожих загроз, а також захист повітряного простору України. У рамках цих завдань українська авіація активно залучається до оборонних операцій, що підвищує значення ефективності та сучасності військової техніки. Успіх багатьох завдань залежить від можливостей та надійності літальних апаратів, що робить модернізацію Повітряних Сил ЗСУ однією з пріоритетних задач.

В умовах активного застосування авіації в різних видах бойових завдань вертольоти Мі-8МСБ стали одним із ключових елементів авіаційного парку України. Вони виконують широкий спектр завдань, включаючи транспортування військових, медичну евакуацію, забезпечення логістики, а також вогневу підтримку на полі бою. Однак при таких умовах використання головного редуктора вертольоту Мі-8МСБ виникають значні навантаження при виконанні бойових завдань та експлуатації.

Вертоліт Мі-8МСБ відіграє значну роль у війні України проти країни агресора, виконуючи широкий спектр завдань, від військово-транспортних місій до евакуації поранених і доставки гуманітарної допомоги. Оскільки це модернізована версія класичного Мі-8, Мі-8МСБ адаптований для виконання місій в умовах активних бойових дій завдяки бронюванню, потужним двигунам.

Для досягнення поставленої мети пропонується зосередитися на кількох ключових напрямках:

1. Покращення технічного обслуговування та діагностики.

- Впровадження системи моніторингу стану в реальному часі. Використання датчиків вібрації, температури та навантаження для моніторингу стану редуктора під час роботи. Це дозволить оперативно виявляти можливі відхилення в роботі.
- Оптимізація періодичності технічного обслуговування. На основі статистики відмов можна встановити оптимальні інтервали між оглядами та замінами основних елементів.
- Навчання персоналу. Регулярна підготовка обслуговуючого персоналу та проведення тренувань з діагностики та виявлення дефектів може суттєво зменшити кількість помилок в обслуговуванні.

2. Поліпшення конструкції та матеріалів.

- Використання зносостійких матеріалів для зубців шестерень та інших навантажених елементів. Це може зменшити рівень зношування та покращити довговічність редуктора.

- Поліпшення системи змащення. Запровадження нових мастильних матеріалів, які забезпечують краще змащування і менший знос, або використання вдосконаленої системи подачі мастила.

- Впровадження антикорозійного захисту для елементів, що піддаються впливу вологи та агресивних умов експлуатації, з метою подовження терміну служби.

3. Аналіз та оптимізація режимів експлуатації.

- Оптимізація робочих навантажень. Дослідження умов експлуатації, що викликають надмірні навантаження, та коригування операційних режимів, щоб уникати граничних навантажень на редуктор.

- Розробка рекомендацій для екіпажу щодо обмеження різких маневрів та дотримання оптимальних умов польоту, які можуть мінімізувати навантаження на редуктор.

4. Регулярний аналіз причин відмов та модернізація.

- Створення бази даних з історією відмов для кожного редуктора, що дозволить виявляти найбільш критичні місця і своєчасно оновлювати конструкцію.

- Впровадження заходів модернізації на основі накопичених даних про поломки та зношення окремих елементів.

Для підвищення безвідмовності роботи головного редуктора вертольота Мі-8МСБ необхідно:

- впроваджувати системи моніторингу стану;

- оптимізувати процеси технічного обслуговування;

- використовувати зносостійкі матеріали та вдосконалювати конструкцію редуктора;

- аналізувати режими експлуатації для мінімізації навантажень;

- створити базу даних відмов для постійної модернізації.

Ці заходи сприятимуть зменшенню частоти поломок, продовженню ресурсу роботи редуктора та підвищенню безпеки польотів.

Список використаних джерел:

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984..
2. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
3. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
4. Тищенко М.Н. Вертольоти / М.Н. Тищенко. – М.: Машинобудування, 1982.
5. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузів / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.

***Плешкунов Сергій Анатолійович**, доктор філософії., старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, email: pleshkunov70@ukr.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>,*

***Томчук Віталій Максимович** – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: tomhyk201@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5252-2298>.*

***Pleshkunov Serhii**, Doctor of Philosophy, Senior Lecturer Department of Engineering and Aviation Support of the Aviation Engineering Faculty Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, email: pleshkunov70@ukr.net ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>,*

***Tomchuk Vitalii** – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub Kharkiv, Ukraine; email tomhyk201@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5252-2298>.*

П. Я. Бондаренко, В. В. Мартиненко, В. А. Юхно, В. Є. Сула

ВОЛОГІСТЬ У БЛІНДАЖАХ

Анотація. В роботі розглянуто методи боротьби з вологістю в бліндажах.

Ключові слова: бліндаж, вологовміст, вологість.

Abstract. The robot examines methods of beard control in dugouts.

Keywords: dugout, humidity, moisture content.

Актуальність роботи полягає в тому, що під час дощової та холодної погоди у бліндажах накопичується волога, яка сприяє розвитку грибків та захворювань особового складу, для боротьби з вологою пропонуємо три варіанта вирішення проблеми.

Метою роботи є розробка рекомендацій для подолання проблем з вологістю у бліндажах.

Розробити методи боротьби з вологою у бліндажах та розглянути основні проблеми даного питання.

Згідно $h - d$ діаграми, для зниження вологості потрібно понизити температуру та створити для зниження ентальпії, при призведе до зниження параметра.

Для охолодження потрібно бліндажа ми використовуємо метод охолодження, тобто вологовміст є сталим ($d = \text{const}$), при осушенні приміщення ми змінюємо 4 параметра температуру, вологовміст, вологість та ентальпію, за наступною формулою ми можемо визначити напрямок процесу, аби встановити зв'язок та напрям руху

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{\Delta d}, \quad (1)$$

З використанням цих умов ми забезпечимо оптимальні умови для зміни вологості в приміщенні

Для боротьби з вологістю пропонуємо три методи вони полягають у наступному: нагрів, утеплення та комбінований.

Метод 1

При нагріванні приміщення у нас змінюється три параметра: температура, вологість та ентальпія.

Процес відбувається по $d = \text{const}$, тобто при не змінному вологовмісті ми понижуємо вологість у бліндажі.

Якщо за умови, що у бліндажі вологість складає 80% при температурі 15 °С, а комфортна вологість для людини 50 – 60 % нам потрібно нагріти приміщення до 20 – 23 °С.

Метод 2

Метод утеплення полягає у тому, що ми запобігаємо проникненню вологості в приміщення та створюємо циркуляцію повітря аби забезпечити рух повітряних мас в просторі для запобігання застою повітря.

Для утеплення радимо використовувати рами з фольгоізоляту.[1]

Метод 3

Комбінований метод полягає у тому, що ми використовуємо утеплення та нагрів приміщення до визначених температур, цей метод є ефективним, тому що забезпечує зберігання тепла та мінімізує теплові втрати з приміщення в середовище, що є чудовим методом аби запобігти розвитку грибків, хвороб та забезпечує комфорт і можливість відпочинку особового складу.

Провівши аналіз проблемного питання було запропоновано три методи боротьби з

вологістю з врахуванням досвіду бійців з фронту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Холодильна техніка та технологія. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 95 с.
2. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): Навчальний посібник для вузів. 2-ге видання./Погорелов Арнольд Іванович Львів, 2004. – 144 с.
3. Степанова Н.Д. Теплові мережі. Навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, – 2009. – 135 с.
4. Чепурний М. М. Розрахунки тепломасообмінних апаратів / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВНТУ, 2001. – 130 с.
5. Пішенін В. О. Основи конструювання: навчальний посібник / В. О. Пішенін, Н. В. Пішеніна. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 87 с.

Бондаренко Павло Якович – старший викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, ORCID 0009-0004-4223-4451, м. Вінниця, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Мартиненко Віталій Вікторович – студент групи ТЕ-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, група 04-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Юхно Віталій Анатолійович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 1970yva@ukr.net

Сула Володимир Євгенович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sula72@ukr.net

Bondarenko Pavlo Yakovych – Senior Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, ORCID 0009-0004-4223-4451, Vinntsia, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Martynenko Vitalii V. – student of group TE-21b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, group 04-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Yukhno Vitaly Anatoliyovych – senior lecturer of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan KozhedubKharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, e-mail: 1970yva@ukr.net

Sula Volodymyr Yevhenovych – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: sula72@ukr.net

П. Я. Бондаренко, В. В. Мартиненко, В. А. Юхно, В. Є. Сула

ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Анотація. В роботі визначено коефіцієнта холодовидатності для ефективного охолодження продукції..

Ключові слова: кондиціонування, вологовміст, вологість.

Abstract. The work determines the coefficient of cooling capacity for effective cooling of products

Keywords: conditioning, moisture content, humidity.

Актуальність роботи полягає в тому, що підвіз та збереження продуктів для особового складу у теплу пору року ускладнюється через зростання температури, що може спричинити зараження хвороботворними бактеріями, для запобігання псуванню продуктів пропонується використовувати холодильні машини.

Метою роботи є визначення коефіцієнта холодовидатності для ефективного охолодження продукції.

Температура об'єкту охолодження (0 °С). Температура охолодної води 10 °С. Перегрів пари перед I ступенем на 5 °С. Температура після проміжного охолодника дорівнює температурі конденсації. Холодовидатність $Q_0 = 50$ кВт.

1.1 Розрахунковий режим

Температура кипіння – $t_0 = t_{\text{об'єкту}} - \Delta t = 0 - (7-10 \text{ повітря, } 3-5 \text{ рідина}) = -10^\circ\text{C}$.

Температура конденсації – $t_k = t_{\text{ох.в}} + \Delta t = 10 + (7-10 \text{ повітря, } 3-5 \text{ рідина}) = 15^\circ\text{C}$.

Температура всмоктування 1 компр $t_1' = t_0 + \Delta t_{\text{перегр}} = -10 + 15 = 5^\circ\text{C}$.

1.2 Визначення тисків

Тиск кипіння (-10°C) $P_0 = 2,8$ бар;

Тиск конденсації (15°C) $P_k = 7,8$ бар;

Проміжний тиск $P_{\text{шт}} = P_0 \cdot \lambda = P_0 \cdot (P_k/P_0)^{1/n} = 2,8 \cdot (7,8/2,8)^{1/2} = 4,7$ (бар).

1.3 Визначення ентальпій точок, кДж/кг

$h_1 = 1650$; $h_1' = 1660$; $h_2 = 1740$; $h_3 = 1710$; $h_6 = h_7 = 480$; $h_8 = 1660$ $h_9 = h_{10} = 380$.

1.4 Витрата холодоагенту через випарник

$$G_0 = Q_0 / q_0 = Q_0 / (h_1 - h_{10}) = 50 / (1650 - 380) = 0,039 \text{ (кг/с)}.$$

1.5 Тепловий баланс проміжної посудини (витрата ХА через конденсатор)

$$G_k = G_8 + G_0 ,$$

$$G_k \cdot h_7 = G_8 \cdot h_8 + G_0 \cdot h_9 .$$

$$G_k = G_0 \cdot (h_8 - h_9) / (h_8 - h_7) =$$

$$= 0,039 \cdot (1670-380)/(1670-480) = 0,042 \text{ (кг/с)}.$$

Витрата пари з проміжної посудини

$$G_8 = G_k - G_0 = 0,043 - 0,039 = 0,004 \text{ (кг/с)}.$$

1.6 Баланс точки змішування пари (для визначення ентальпії т.4)

$$G_k \cdot h_4 = G_8 \cdot h_8 + G_0 \cdot h_3,$$

$$h_4 = (G_8 \cdot h_8 + G_0 \cdot h_3) / G_k =$$

$$=(0,004 \cdot 1670 + 0,039 \cdot 1710) / 0,042 = 1746 \text{ (кДж/кг)}.$$

1.7 Ентальпія пари після 2 компресора $h_5 = 1780$ (кДж/кг).

1.8 Питомі потужності елементів холодильної машини, кДж/кг

- питома холодовидатність $q_0 = h_1 - h_{10} = 1650 - 380 = 1270$;

- питома робота 1-го компресора $L_1 = h_2 - h_1 = 1740 - 1650 = 110$;

- питома потужність проміжного охолодника $q_{\text{пр.ох}} = h_2 - h_3 = 1740 - 1710 = 30$;

- питома робота 2-го компресора $L_2 = h_5 - h_4 = 1780 - 1746 = 34$;

- питома потужність конденсатора $q_k = h_5 - h_6 = 1780 - 480 = 1300$.

1.9 Потужності елементів схеми, кВт

- потужність 1-го компресора $N_1 = L_1 \cdot G_0 = 110 \cdot 0,039 = 4,3$;

- потужність проміжного охолодника $Q_{\text{пр.ох}} = q_{\text{пр.ох}} \cdot G_0 = 30 \cdot 0,039 = 1,17$;

- потужність 2-го компресора $N_2 = L_2 \cdot G_k = 34 \cdot 0,043 = 1,43$;

- потужність конденсатора $Q_k = q_k \cdot G_k = 1300 \cdot 0,042 = 54,6$.1.11

1.10 Холодильний коефіцієнт

$$\varepsilon = Q_0 / N_{\text{сум}} = 50 / (4,3 + 1,43) = 8,7 .$$

Повне охолодження

2.2 Розрахунковий режим

Температура кипіння – $t_0 = t_{\text{об'єкту}} - \Delta t = 0 - (7-10 \text{ повітря, } 3-5 \text{ рідина}) = -10^\circ\text{C}$.

Температура конденсації – $t_k = t_{\text{ох.в}} + \Delta t = 10 + (7-10 \text{ повітря, } 3-5 \text{ рідина}) = 15^\circ\text{C}$.

Температура всмоктування 1 компр $t_1' = t_0 + \Delta t_{\text{перегр}} = -10 + 15 = 5^\circ\text{C}$.

2.3 Визначення тисків

Тиск кипіння (-10°C) $P_0 = 2,8$ бар;

Тиск конденсації (15°C) $P_k = 7,8$ бар;

Проміжний тиск $P_{\text{шт}} = P_0 \cdot \lambda = P_0 \cdot (P_k/P_0)^{1/n} = 2,8 \cdot (7,8/2,8)^{1/2} = 4,7$ (бар).

2.4 Визначення ентальпій точок, кДж/кг

$h_1 = 1650$; $h_1' = 1660$; $h_2 = 1740$; $h_3 = 1710$; $h_4 = 1660$; $h_8 = 1670$; $h_6 = h_7 = 480$; $h_9 = h_{10} = 380$.

2.5 Витрата холодоагенту через випарник

$$G_0 = Q_0 / q_0 = Q_0 / (h_1 - h_{10}) = 50 / (1650 - 380) = 0,039 \text{ (кг/с)}.$$

2.6 Баланс точки змішування пари (для визначення ентальпії т.4)

$$G_k = G_0 \cdot \frac{h_3 - h_8}{h_4 - h_7} = 0,039 \cdot \frac{1710 - 480}{1660 - 380} = 0,037$$

2.7 Ентальпія пари після 2 компресора $h_5 = 1760$ (кДж/кг).

2.8 Питомі потужності елементів холодильної машини, кДж/кг

- питома холодовидатність $q_0 = h_1 - h_{10} = 1650 - 380 = 1350$;
- питома робота 1-го компресора $L_1 = h_2 - h_1' = 1740 - 1650 = 110$;
- питома потужність проміжного охолодника $q_{\text{пр.ох}} = h_2 - h_3 = 1740 - 1710 = 30$;
- питома робота 2-го компресора $L_2 = h_5 - h_4 = 1780 - 1660 = 120$;
- питома потужність конденсатора $q_k = h_5 - h_6 = 1760 - 480 = 1280$.

2.9 Потужності елементів схеми, кВт

- потужність 1-го компресора $N_1 = L_1 \cdot G_0 = 110 \cdot 0,039 = 4,3$;
- потужність проміжного охолодника $Q_{\text{пр.ох}} = q_{\text{пр.ох}} \cdot G_0 = 30 \cdot 0,037 = 1,11$;
- потужність 2-го компресора $N_2 = L_2 \cdot G_k = 120 \cdot 0,037 = 4,4$;
- потужність конденсатора $Q_k = q_k \cdot G_k = 1280 \cdot 0,037 = 1,7$.

2.10 Холодильний коефіцієнт

$$\varepsilon = Q_0 / N_{\text{сум}} = 50 / (4,3 + 4,4) = 5,7 .$$

Провівши розрахунки за повним і не повним охолодним циклом, ми дійшли висновку, що не повний цикл є ефективнішим ніж повний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Холодильна техніка та технологія. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 95 с.
2. Степанова Н.Д. Теплові мережі. Навчальний посібник / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, – 2009. – 135 с.
3. Пішенін В. О. Основи конструювання: навчальний посібник / В. О. Пішенін, Н. В. Пішеніна. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 87 с.

4. Чепурний М. М. Розрахунки тепломасообмінних апаратів / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВНТУ, 2001. – 130 с.

Бондаренко Павло Якович – старший викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, ORCID 0009-0004-4223-4451, м. Вінниця, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Мартиненко Віталій Вікторович – студент групи ТЕ-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, група 04-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Юхно Віталій Анатолійович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: 1970yva@ukr.net

Сула Володимир Євгенович – старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sula72@ukr.net

Bondarenko Pavlo Yakovych – Senior Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, ORCID 0009-0004-4223-4451, Vinntsia, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Martynenko Vitalii V. – student of group TE-21b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, group 04-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Yukhno Vitaly Anatoliyovych – senior lecturer of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Ivan KozhedubKharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, e-mail: 1970yva@ukr.net

Sula Volodymyr Yevhenovych – senior teacher of the Department of Theory and Design of Automotive and Special Equipment, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: sula72@ukr.net

В. П. Андрєєв, О. А. Круць

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ТРАНСМІСІЮ БОЙОВОГО ВЕРТОЛЬОТА

Анотація: у статті досліджено вплив експлуатаційних факторів на роботу трансмісії бойового вертольота Мі-24. Проаналізовано динамічні характеристики основних компонентів трансмісії, таких як вал вільної турбіни, під впливом вібрацій, теплових та крутильних навантажень. Визначено основні проблеми, що виникають під час експлуатації вертольота в бойових умовах, та окреслено можливі шляхи покращення надійності трансмісії.

Ключові слова: трансмісія, вал вільної турбіни, вібрації, теплові навантаження, експлуатація.

Annotation: The article examines the impact of operational factors on the transmission system of the Mi-24 combat helicopter. The dynamic characteristics of the key transmission components, such as the free turbine shaft, are analyzed under the influence of vibrations, thermal, and torsional loads. The main issues encountered during the helicopter's operation in combat conditions are identified, and potential ways to improve the reliability of the transmission are outlined.

Keywords: transmission, free turbine shaft, vibrations, thermal loads, operation.

Трансмісія бойового вертольота Мі-24 є надзвичайно важливою системою, що забезпечує передачу потужності від двигуна до роторів, а отже, і працездатність всієї машини. Ця система виконує ключову роль у підтримці стабільної роботи вертольота під час виконання бойових завдань, що висуває високі вимоги до її надійності та витривалості. У сучасних бойових умовах, де інтенсивність експлуатації вертольота значно зростає, трансмісія піддається впливу численних негативних факторів, таких як вібраційні, крутильні, теплові та механічні навантаження, які викликають зношування її компонентів і призводять до погіршення характеристик. Крім цього, специфічні умови бойового застосування з підвищеними навантаженнями і частими різкими маневрами спричиняють додатковий тиск на трансмісію, вимагаючи від неї максимальної стійкості. В ході нашого дослідження було визначено, що саме ці фактори впливають на роботу трансмісії, скорочують її ресурс та можуть стати причиною раптових поломок, які в бойових умовах можуть призвести до небезпечних ситуацій. Головною метою цього дослідження було виявлення основних проблем, які виникають під час експлуатації трансмісії, та розробка рекомендацій для підвищення її надійності та стійкості в умовах інтенсивного використання.

Одним із ключових факторів, що суттєво впливає на роботу трансмісії, є вібраційне навантаження. Вібрації, що виникають у роботі вала вільної турбіни та інших компонентів трансмісії, обумовлені періодичними зусиллями, які передаються від двигуна та ротора. Ці вібрації є результатом роботи двигуна і можуть посилюватися через специфіку конструкції та аеродинамічні ефекти. У випадку виникнення резонансних явищ, коли частота зовнішніх збурень збігається з власною частотою коливань вала, можливе значне підвищення амплітуди коливань. Така ситуація призводить до швидкого зношування компонентів, що послаблює надійність системи в цілому. Дослідження показало, що частота власних коливань вала вільної турбіни становить близько 75 Гц, що є критичним показником у разі збігу з робочими режимами. Особливо це актуально під час виконання бойових завдань, коли вертоліт працює на високих потужностях і навантаженнях. За таких умов, при виникненні резонансу, підвищується ризик виникнення аварійної ситуації, що створює небезпеку для екіпажу та знижує боєздатність машини.

Температурні навантаження також є суттєвим аспектом, що значно впливає на працездатність трансмісії вертольота Мі-24. Під час інтенсивної експлуатації, особливо в умовах високих зовнішніх температур або тривалого використання на підвищених потужностях, трансмісія може перегріватися, що негативно позначається на стабільності та зносостійкості компонентів. Висока температура сприяє руйнуванню мастильного шару між елементами трансмісії, що підвищує коефіцієнт тертя і сприяє механічному зношуванню підшипників, шліцевих з'єднань і муфт. Підвищення температури на кілька градусів навіть за

короткий проміжок часу може значно скоротити ресурс цих компонентів, що вимагає оперативного технічного обслуговування. Результати дослідження свідчать про необхідність застосування матеріалів з високою теплопровідністю для запобігання перегріву, а також додаткового охолодження компонентів трансмісії. Це дозволить знизити температурні піки, що виникають під час активної експлуатації, забезпечити стабільну роботу підшипників і шліцевих з'єднань та зберегти тривалу надійність системи в цілому.

Динамічні крутильні навантаження також відіграють значну роль у довговічності та надійності трансмісії. Під час змінних навантажень, особливо характерних для бойових дій, вал вільної турбіни піддається значним крутильним деформаціям, що може призводити до виникнення мікротріщин. Ці тріщини з часом збільшуються, перетворюючись на значні дефекти, що підвищує ризик раптової відмови системи.

Одним із основних рішень, запропонованих для підвищення надійності трансмісії бойового вертольота Мі-24, є використання новітніх матеріалів із підвищеними механічними і термічними характеристиками, зокрема композитних і спеціальних металевих сплавів. Впровадження композитних матеріалів дозволить знизити вагу компонентів, що полегшить загальну масу системи і зменшить навантаження на окремі елементи трансмісії, такі як підшипники та муфти. Крім цього, композити володіють високою стійкістю до вібраційних навантажень, що дозволяє зменшити рівень амплітуди коливань та знижує ризик резонансних явищ у робочих режимах вертольота. Такі покращення матеріальної бази сприятимуть збільшенню довговічності системи, що особливо важливо під час виконання тривалих бойових операцій.

Іншим важливим аспектом вдосконалення трансмісії є модернізація системи охолодження. У сучасних бойових умовах високі температури можуть значно скоротити ресурс трансмісії, оскільки перегрів під час інтенсивної експлуатації призводить до зносу компонентів. Встановлення додаткових охолоджувальних пристроїв, таких як ефективні радіатори та термоконтролюючі системи, допоможе знизити температуру у критичних точках трансмісії, забезпечуючи збереження мастильних властивостей і зменшуючи тертя між елементами. Запропонована оптимізація охолодження дозволяє не тільки зберегти стабільність роботи трансмісії, але й забезпечити більш плавний розподіл тепла в робочих режимах, зокрема при високих обертах та навантаженнях. Підвищення ефективності охолодження дозволяє підтримувати робочу температуру в безпечних межах, що сприяє продовженню строку служби компонентів і підвищенню надійності трансмісії.

Важливим елементом удосконалення є впровадження систем автоматизованого моніторингу стану трансмісії, які дозволяють в режимі реального часу відстежувати робочі параметри та виявляти ознаки потенційних проблем ще на ранніх етапах. Система моніторингу включає датчики температури, вібрацій, крутильних навантажень та інших критичних показників, що можуть свідчити про знос або перегрів окремих компонентів. Такі системи значно полегшують роботу екіпажу та технічного персоналу, надаючи актуальну інформацію про стан трансмісії та дозволяючи здійснювати оперативне обслуговування. Крім того, автоматичний запис даних із сенсорів дозволяє проаналізувати динаміку змін і спрогнозувати можливі відмови, що є важливим фактором підвищення надійності вертольота під час виконання бойових завдань. Системи автоматизованої діагностики стають важливим інструментом для підтримання надійності авіаційної техніки, оскільки вони зменшують ризик відмов і дозволяють більш точно планувати графіки технічного обслуговування.

Регулярне технічне обслуговування трансмісії є критично важливим для підтримки її надійності в умовах бойових дій. Своєчасна заміна мастильних матеріалів, контроль зносу підшипників і муфт дозволяють зберегти стабільність роботи системи і зменшити ризик відмови. Зокрема, регулярна перевірка шліцевих з'єднань та підшипників допомагає вчасно виявляти мікропошкодження і проводити їхню заміну до виникнення серйозних дефектів. Дослідження показують, що проведення діагностичних процедур з використанням сучасного обладнання значно підвищує надійність вертольота, дозволяючи виявити приховані дефекти і зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій під час польоту. Застосування сучасного діагностичного обладнання, яке дозволяє детально досліджувати стан компонентів трансмісії, є важливим кроком у підтриманні працездатності вертольота Мі-24.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що підвищення надійності трансмісії бойового вертольота Мі-24 можливе завдяки впровадженню удосконалень у конструкцію, матеріали та системи обслуговування. Запропоновані заходи забезпечать надійність та стабільність трансмісії в умовах високих навантажень, а також зменшать ризик аварійних ситуацій, що є критично важливим для бойового застосування техніки.

Список використаних джерел:

1. Авраменко А. М. Теорія та методи дослідження авіаційних конструкцій. – Київ: Наукова думка, 2018. – 320 с.
2. Белов С. В., Котляров М. А. Динаміка вертольотів. – Харків: ХАІ, 2019. – 280 с.
3. Гринько О. П. Надійність авіаційних систем: монографія. – Львів: ЛАУ, 2021. – 340 с.
4. Карпенко О. М. Еластомерні матеріали в авіаційних конструкціях. – Київ: Наукова думка, 2016. – 220 с.
5. Кравчук А. П. Авіаційні двигуни: конструювання та експлуатація. – Дніпро: ДНУ, 2019. – 300 с.

Андрєєв Вячеслав Павлович – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків. e-mail: slavik19gouster98@gmail.com

Круць Олександр Анатолійович – доцент кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків e-mail: oleksandr.kruts@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0453-3635.

Andreev Vyacheslav Pavlovich – Bachelor of Aviation Transport, Master's student, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv e-mail: slavik19gouster98@gmail.com

Oleksandr Anatoliyovych Kruts – associate professor of the Department of Engineering and Aviation Support. Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv e-mail: oleksandr.kruts@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0453-3635.

М. П. Долінський, С. І. Скрипач

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЗОВИХ КОМУНІКАЦІЙ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ УГЗС.МА-131 ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНЦІЇ

Анотація: за рахунок модернізації газових комунікацій досліджуються напрямки покращення тактико-технічних характеристик газозарядної станції УГЗС.МА.

Ключові слова: газозарядна станція, контроль якості газів, безпека польотів, точка роси, характеристики стиснених газів.

Annotation: The directions of improvement of tactical and technical characteristics of the gas charging station UGZS.MA are investigated due to the modernization of gas communications.

Keywords: gas charging station, gas quality control, flight safety, dew point, characteristics of compressed gases.

Якісне поліпшення технології виконання операцій з аеродромно-технічного забезпечення можливо досягти за рахунок застосування новітніх зразків ЗАТО ПС та модернізації існуючих засобів.

Покращення окремих процесів виконання операцій по обслуговуванню ПС з забезпеченням безпеки польотів може бути досягнуте за рахунок конструктивних змін та властивостей ЗАТЗП.

Важливим елементом АТЗ польотів є забезпечення ПС електричною та іншими видами енергії, кондиційними ПММ, стисненими, зрідженими газами, іншими матеріальними засобами та своєчасну їх подачу до ПС.

Висока технологічність сучасних повітряних суден та складність їх технічних систем обумовлює високі вимоги до якості газів, що застосовується в пневмосистемах. В той же час висока інтенсивність та напруженість теперішніх збройних конфліктів вимагає скорочення часу підготовки повітряного судна до здійснення бойового вильоту чи виконання іншого не менш важливого завдання. Одним з обов'язкових елементів підготовки ПС є контроль якості газів. Цей елемент підготовки потребує затрат часу та залучення персоналу, але нехтувати ним не можна так як він суттєво впливає на безпеку польотів та якість виконання завдань авіаційної частини.

Здійснення контролю якості газів зумовлює задіяння штатної лабораторії контролю. Для проведення аналізу газів витрачається визначений час, а разом з тим може ускладнюватися та затримуватись процес АТЗ польотів. Особливо критично це відчувається при забезпеченні бойових вильотів авіаційним підрозділом на оперативних та запасних аеродромах.

Безпосередню зарядку відповідних систем повітряних суден киснем і азотом здійснюють за допомогою спеціальних засобів – газозарядних станцій. До газозарядних станцій висуваються наступні вимоги:

- швидка, своєчасна подача до ПС;
- зарядка стисненим, кондиційним газом відповідних систем ПС;
- підтримання кондиційності газів під час зберігання;
- надійність взаємодіючих систем станції;
- простота ТО, РР та ремонту.

Для постійного контролю і визначення якості газу в станції УГЗС.МА-131 не передбачено вбудованих аналізаторів. Як наслідок, командир підрозділу, черговий АТЗ та водій-оператор станції цілком покладаються на результати перевірки стаціонарної або польової лабораторії контролю якості газів, під час зарядки сторонніх ємностей (ПС). У системі чотирьох-ступеневого контролю передбачено контроль точки роси та відсоткового вмісту газу, що знаходиться в станції, тільки за паспортними даними. Відсутність контролю кондиційності газів під час обслуговування ПС, може спричинити підвищення небезпечних факторів щодо виникнення передумов до авіаційних подій з вини наземних авіаційних спеціалістів аеродромно-технічного забезпечення.



Рисунок 1 – Уніфікована газозарядна станція УГЗС.М-131

На теперішній час в ПС провідних країн світу застосовуються сучасні, технологічні та прості в експлуатації прилади контролю фізико-хімічних параметрів газів, принцип роботи яких заснований на новітніх наукових результатах та методах проведення аналізу. Аналіз ринку сучасних газових аналізаторів показав, що існує ряд приладів різного функціоналу.

Новий, портативний пристрій вимірювання вологості (аналізатор точки роси) HYDROBABY (рис. 2) - найменший, найлегший і найбільш конкурентоспроможний за ціною серед портативних приладів для вимірювання низьких точок роси на сьогоднішньому ринку.



Рисунок 2 – Пристрій вимірювання вологи “HYDROBABY”

Більша швидкість вимірювання, покращена відтворюваність, чутливість до температури навколишнього середовища, вища надійність і точність при більшій економічній ефективності роблять прилади технологічними лідерами. Застосування в лабораторіях і системах управління технологічними процесами аналізаторів вологості задовольняють потреби широкого галузей промисловості.

Портативний аналізатор азоту AN-300 (рис. 3) призначений для вимірювання вмісту азоту в автомобільній промисловості, зокрема в торговельних мережах роздрібної торгівлі шинами. А також у газодобувних промисловостях деяких країн світу.



Рисунок 3 – Портативний аналізатор азоту “AN-300”

Виготовлений з ударостійких матеріалів, AN-300 забезпечує неперевершену продуктивність у найсуворіших умовах. Пристрій живиться від 3 батарейок типу АА, яких вистачить не менше 2000 годин використання.

Здійснивши порівняння комунікацій станції УГЗС.МА, та враховуючи можливості та технічні характеристики сучасних приладів контролю якості газів, таких як “HYDROBABY” та “AN-300” можливо зробити висновок, що доречно монтувати запропонований прилад AN-300 до газових комунікацій на лінії роздачі 0,5...5,5 кгс/см², а HYDROBABY до газових комунікацій на лінії, що веде на панель роздачі. Таким чином станція набуває спроможності здійснення контролю кондиційності газу в процесі АТЗ польотів авіації, з високою точністю, за короткий проміжок часу (до двох хвилин), таким чином не допускаючи потрапляння некондиційних газів в системи ПС.

Список використаних джерел:

1. Наказ Міністерства Оборони України від 24.12.2015 р. №761 “Про затвердження Правил аеродромно-технічного забезпечення польотів повітряних суден державної авіації України”.
2. Наказ Міністерства Оборони України від 16.02.2016 р. № 77 “Про затвердження Інструкції з експлуатації електрогазової техніки в державній авіації України”.
3. Інформаційно-довідкове видання від 2024 року № ПвВП 32-03(12).01 “Засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації”.
4. Аналізатор вологи HYDROBABY <https://www.wittgas.com/products/gas-analysers/moisture-measurement-dew-point-analysers/moisture-analyser-hydrobaby/>.
5. Модель AN300 – портативний аналізатор азоту <https://www.norskanalyse.com/produkt/model-an300-portable-nitrogen-analyzer/>.

Долінський Михайло Петрович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, викладач кафедри № 205, Харків, Україна; email: makenzzyzz@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0002-5260-7245>

Скрипач Станіслав Ігорович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач штатний, Харків, Україна; email: ccfds332@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0004-0826-012X>

Mykhailo Petrovych Dolinsky – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, teacher of department No. 205, Kharkiv, Ukraine; email: makenzzyzz@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0002-5260-7245>

Violinist Stanislav Ihorovych – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, full-time listener, Kharkiv, Ukraine; email: ccfds332@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0004-0826-012X>

І. М. Калюжний, С. А. Плешкунов

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ХАРАКТЕРИСТИК КОМПРЕСОРА ВИСОКОГО ТИСКУ ДВИГУНА РД-33-2С

***Анотація:** винищувальна авіація продовжує відігравати важливу роль у сучасній збройній боротьбі. Тому покращення тактико-технічних характеристик літаків-винищувачів, що стоять на озброєнні, є актуальною задачею.*

Автором було запропоновано варіант модернізації літака-прототипу шляхом підвищення температури газів перед турбіною, що дозволить збільшити тягу двигунів.

У даній роботі було проведено аналіз бойових задач, що ставляться до винищувальної авіації, проведено аналіз вітчизняних літаків інших держав, внаслідок чого визначено переваги і недоліки винищувача МіГ-29 і обрано цей літак в якості прототипу.

Визначено основні фактори, які впливають на компресори високого тиску та які методи я пропоную за для покращення і надійності компресора високого тиску.

***Ключові слова:** компресор, винищувач, аналіз, навантаження, енергія.*

***Abstract:** Fighter aircraft continues to play an important role in modern armed conflict. Therefore, improving the tactical and technical characteristics of fighter aircraft in service is an urgent task. The author proposed an option to modernize the prototype aircraft by increasing the temperature of the gases in front of the turbine, which would increase the thrust of the engines.*

In this work, an analysis of combat tasks related to fighter aircraft was carried out, an analysis of domestic aircraft of other countries was carried out, as a result of which the advantages and disadvantages of the MiG-29 fighter were determined and this aircraft was chosen as a prototype. The main factors that affect high-pressure compressors and what methods I propose for the improvement and reliability of the high-pressure compressor have been determined.

***Key words:** compressor, fighter, analysis, load, energy.*

Технологія "бліск" у контексті компресора високого тиску РД-33-2С може стосуватися методів нанесення покриттів або обробки поверхонь з метою підвищення експлуатаційних характеристик компонентів компресора. Ця технологія спрямована на зменшення тертя, підвищення стійкості до корозії, покращення аеродинамічних властивостей та загальної довговічності деталей. Ось як ця технологія може застосовуватись:

1. Застосування покриттів для підвищення зносостійкості

Покриття, нанесені методом **бліску**, можуть бути спеціальними металевими або керамічними композитами, що збільшують стійкість до механічних навантажень, високих температур та корозійних середовищ. Вони створюють на поверхні деталей тонкий захисний шар, який значно зменшує тертя між рухомими частинами та мінімізує їх знос.

2. Полірування та обробка для підвищення аеродинаміки

Обробка поверхонь технологією **бліску** дозволяє забезпечити максимальну гладкість, що сприяє покращенню аеродинамічних характеристик компонентів компресора. Зменшення шорсткості поверхні знижує турбулентність повітряного потоку та сприяє більш ефективному стисканню повітря, підвищуючи загальну ефективність компресора.

3. Зниження тертя та підвищення ефективності

Завдяки покриттям і поліруванню, досягнутим методом **бліску**, компресор може працювати з меншою витратою енергії. Це знижує температуру роботи компонентів і дозволяє уникнути перегріву, що є важливим для надійності компресора в умовах тривалих навантажень.

4. Покращення експлуатаційних характеристик

Використання технології **бліску** може також зменшити час технічного обслуговування завдяки підвищенню стійкості до утворення відкладень та пошкоджень поверхонь. Компресор РД-33-2С з такими вдосконаленими компонентами стає більш стійким до умов, де є підвищена вологість або агресивні хімічні домішки.

5. Впровадження в авіаційній промисловості

Технологія **бліск** застосовується в авіаційній промисловості для покращення характеристик компресорів та інших високоточних деталей. У разі використання на РД-33-2С це дозволяє зменшити витрати на паливо, підвищити енергоефективність та забезпечити триваліший термін служби двигуна.

Загалом, впровадження технології блиску на компресорі РД-33-2С може стати важливою частиною комплексної програми модернізації, спрямованої на підвищення його ефективності, надійності та довговічності.

Список використаних джерел:

1. Володько А.М. Конструкція вертольотів / А.М. Володько, А. Л. Литвинов. – Х., 1984.
2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
3. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
4. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е. Жуковського, 1985.
5. Тищенко М.Н. Вертольоти / М.Н. Тищенко. – М.: Машинобудування, 1982.
6. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузов / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.: Машино будівництво, 1976.

Плешкунов Сергій Анатолійович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: pleshkunov70@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>.

Калюжний Іван Михайлович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: Kotovrifiter@gmail.com ; ORCID:<https://orcid.org/0009-0006-4315-9777>.

Serhii Pleshkunov Anatolyevich – senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: pleshkunov70@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>.

Kaluzhny Ivan Mykhailovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: Kotovrifiter@gmail.com ; ORCID:<https://orcid.org/0009-0006-4315-9777>.

О. Б. Аніпко, М. О. Саввов

РОЗРОБКА ПРОГНОЗНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ ПРОТИ КОРОЗІЇ АЛЮМІНІЄВИХ ДЕТАЛЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Анотація: робота присвячена розробці методів прогнозування строків проведення профілактичних заходів проти корозії алюмінієвих елементів у конструкції повітряних суден.

Це важливо для продовження терміну експлуатації авіаційної техніки та зменшення ризику пошкоджень через корозійні процеси.

Ключові слова: корозія, алюміній, повітряне судно, профілактичні заходи, прогнозування.

Abstract: This work is devoted to the development of predictive methods for scheduling preventive measures against corrosion of aluminum elements in the structure of aircraft. This is essential for extending the service life of aviation equipment and reducing the risk of a damage due to corrosion processes.

Keywords: corrosion, aluminium, aircraft, preventive measures, prediction.

Розробка прогнозних методів для планування профілактичних заходів проти корозії алюмінієвих деталей конструкції повітряних суден, профілактики пошкоджень та отказів пов'язаних з послабленням конструкції обумовлених корозією є важливою через кілька ключових причин. По-перше, вона сприяє підвищенню безпеки польотів, забезпечуючи своєчасне обслуговування деталей, схильних до корозії. По-друге, це допомагає продовжити термін експлуатації конструкцій і знижує витрати на ремонт та заміну, оптимізуючи витрати на обслуговування. По-третє, такі методи дозволяють авіакомпаніям краще враховувати кліматичні та експлуатаційні фактори, підвищуючи необхідну кількість повітряних суден в справному стані шляхом уникнення раптових отказів. Процес корозії алюмінія під шаром лако-фарбового покриття

Предметом дослідження є процес корозії алюмінія під шаром лако-фарбового покриття. Розробка прогнозних методів для планування профілактичних заходів проти корозії алюмінієвих деталей конструкції повітряних суден. Модель процесу у вигляді функції розміру пошкодженого шару від часу експлуатації повітряного судна виходячи з наведеної залежності можна, задавшись допустимим пошкодженням визначити час проведення профілактичних робіт. Час проведення перевірки стану повітряного судна використовується при плануванні профілактичних просмотрів та робіт.

Список використаних джерел:

1. Долматов, О. М., & Гнатюк, О. О. (2020). Сучасні методи захисту алюмінієвих сплавів від корозії в авіаційній промисловості. Науковий вісник Національного авіаційного університету, 1(80), 23-30.
2. Лисенко, І. В. (2021). Оцінка корозійної стійкості алюмінієвих деталей літаків. Журнал авіаційних технологій, 3(2), 50-56.
3. Мельник, Р. В., & Шевченко, Д. В. (2023). Аналіз сучасних підходів до боротьби з корозією в авіаційній техніці. Авіаційний журнал, 5(1), 32-38.

Аніпко Олег Борисович, д.т.н., професор кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: savvovnikita@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3678-2529>.

Саввов Микита Олегович, слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: savvovnikita@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-8859-2882>.

Anipko Oleg Borisovich, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Engineering and Aviation Support, Faculty of Aviation Engineering, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: savvovnikita@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3678-2529>.

Mykyta Olegovich Savvov, student of the aviation engineering faculty of Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, Ukraine, e-mail: savvovnikita@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-8859-2882>.

П. В. Мовчан, Д. Ю. Картовецький

ВИБІР ШЛЯХІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРИВОДУ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ АЕРОДРОМНО-ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Анотація: пропонується модернізація силової установки приводу спеціального обладнання засобів аеродромно-технічного обслуговування повітряних суден шляхом заміни бензинового двигуна внутрішнього згорання на сучасні дизельні двигуни з меншою кількістю циліндрів, що сприяє підвищенню ресурсу та зменшенню експлуатаційних витрат.

Ключові слова: двигун, силова установка, привід спеціального обладнання, модернізація, засіб рухомості, ресурс, експлуатація.

Annotation: The proposed modernization of the power unit for the drive of special equipment used in airfield technical maintenance of aircraft involves replacing the gasoline internal combustion engine with modern diesel engines featuring fewer cylinders, which contributes to increased service life and reduced operating costs

Keywords: engine, power plant, special equipment drive, modernization, vehicle, service life, operation.

Застосування засобів аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП) для обслуговування повітряних суден (ПС) безпосередньо пов'язано з бойовою готовністю та забезпеченням безпеки польотів авіаційних частин, а також із високою інтенсивністю роботи в будь-який час доби та будь-якої пори року.

Усі зразки ЗАТЗП мають складну конструкцію та специфіку експлуатації, технічного обслуговування і ремонту. Вони вимагають суворого дотримання експлуатаційних норм і техніки безпеки. Більшість з них використовує двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) як основну силову установку (СУ).

Існуючий парк ЗАТЗП має високу мобільність завдяки встановленню на автомобільних шасі. Однак технічний стан деяких ДВЗ досяг критичної межі, що вказує на їх застарілість, низьку економічність і погану екологічність. Технічні параметри нинішніх СУ ЗАТЗП не відповідають сучасним вимогам, що свідчить про необхідність модернізації існуючих силових установок або придбання нових.

Технічний стан старих ДВЗ, які мають великий термін експлуатації та зменшений міжремонтний ресурс, призводить до частих ремонтів і технічного обслуговування, що впливає на боєздатність техніки в цілому. Тому доцільно здійснити модернізацію приводу спеціального обладнання ЗАТЗП, що дозволить забезпечити повну відповідність сучасним вимогам за критеріями надійності, економічності та екологічності.

Модернізація окремих складових частин ЗАТЗП, зокрема силових установок, є ефективною стратегією, оскільки може покращити технічні та екологічні характеристики обладнання. Проте при цьому важливо збалансовано враховувати витрати, ефективність і екологічні переваги вибраних рішень.

Основними напрямки модернізації силових установок є:

- заміна двигуна внутрішнього згорання на електродвигун;
- заміна двигуна внутрішнього згорання на гібридну силову установку;
- перехід до гідروоб'ємного приводу замість традиційного силового агрегату;
- заміна карбюраторного двигуна внутрішнього згорання на дизельний.

Дизельні двигуни, завдяки вищому ступеню стиснення, мають вищий коефіцієнт корисної дії (ККД) порівняно з бензиновими, що забезпечує кращу економічність та ефективність роботи. Хоча вартість технічного обслуговування дизельних двигунів вища, а капітальний ремонт коштує дорожче, їхнє напрацювання до капітального ремонту вдвічі більше, що підтверджує переваги їхнього використання в сучасних засобах аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП).

Проведення робіт з модернізації окремих складових частин ЗАТЗП, зокрема силових установок (СУ), особливо під час капітального або регламентованого ремонту, дозволяє значно

покращити характеристики техніки при зменшених фінансових витратах. Це дає змогу отримати більш ефективне обладнання за зниженою вартістю, що є поширеною практикою не лише в збройних силах інших країн, але й серед багатьох компаній та приватних підприємців, які експлуатують ЗАТЗП.

Модернізація ЗАТЗП може значно підвищити їхні технічні характеристики при зниженні витрат. Багато компаній, як вітчизняних, так і іноземних, вже встановлюють сучасні дизельні двигуни, такі як Deutz BF4M2012C, Mercedes OM-366LA, MAN D0826 LF11. Це, звичайно, вимагає додаткових витрат на запасні частини, капітальний ремонт та науково-дослідницькі роботи, що збільшує загальну вартість модернізації. Однак заміна силового агрегату або лише двигуна може призвести до суттєвої економії пального, підвищення крутного моменту та забезпечення високої надійності.

Для модернізації СУ ЗАТЗП рекомендується вибирати замість 8-ми циліндрових бензинових дизельні 4-х циліндрові двигуни, які є аналогічними або кращими за своїми характеристиками, а також застосовувати конструктивні рішення з переобладнання, що дозволяють покращити загальні показники ефективності та надійності техніки при зниженні експлуатаційних витрат (рисунок 1).



Рисунок 1 – Приклад переобладнання СУ ЗР ЗІЛ-131Н з карбюраторного ДВЗ на дизельний на ДП “45-й ЕМЗ” (м. Вінниця)

Дизельні двигуни можуть бути адаптовані для встановлення на засобах аеродромно-технічного забезпечення польотів (ЗАТЗП) і відзначаються високою надійністю, що дозволяє здійснювати їх обслуговування та ремонт безпосередньо на підприємстві. За технічними характеристиками дизельні двигуни можуть не тільки відповідати, але й перевищувати бензинові аналоги з точки зору таких параметрів, як максимальна потужність, максимальний крутний момент, тип палива, мінімальна питома витрата палива, маса двигуна, ресурс до ремонту та ціна.

Експлуатація дизельних двигунів на ЗАТЗП є значно економічнішою завдяки зниженню витрат на паливо і збільшенню міжремонтного ресурсу. Це, в свою чергу, призводить до зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт, що дозволяє подовжити термін служби техніки. Завдяки такій модернізації можна збільшити експлуатаційний ресурс ЗАТЗП до 5 років, що підвищує ефективність і знижує загальні витрати на їх утримання.

Список використаних джерел

1. Інформаційно-довідкове видання від 2024 року № ПвВП 32-03(12).01 “Засоби аеродромно-технічного забезпечення польотів авіації”.
2. Наказ Генерального штабу Збройних Сил України від 19.08.2013 р. № 179 “Про затвердження Інструкції з визначення річних норм витрат моторесурсів засобів аеродромно-технічного обслуговування літальних апаратів Збройних Сил України”
3. Додаток № 2 до наказу МО України № 1 від 06.01.1999 р. “Норми витрати пального, масел, мастил і спеціальних рідин при експлуатації, ремонті та консервації військової техніки та озброєння ЗС України”.

4. Звіт з НДР (остаточний). Спеціальна тема. Шифр “Кондиціонер” МОУ, ХНУПС. – Х., держ. реєстр. № 0123U104062, Інв. № 19911, 2023. – 187 с. Краснокутський В.М., Вахнюк С.А. та інші, усього 20 осіб.

5. Звіт з НДР (заключний). Спеціальна тема. Шифр “Рухомість-МЗ” МОУ, ХНУПС. – Х., держ. реєстр. № 0101U002285, Інв. № 4179/2 та №4180/2, 2017. – 411 с. Рогозін І.В., Литовченко Д.М. та інші, усього 25 осіб.

6. Дизельний двигун Deutz BF 4 M 2012 C – DEUTZ AG (Дойц, Дойтц) в Україні - <https://deutz.com.ua/ru/products/bf-4-m-2012-c/>.

Мовчан Павло Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, доцент кафедри № 205, Харків, Україна; email: movchan_pv@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0009-0002-4464-0950>.

Картовецький Данило Юрійович – Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, слухач штатний, Харків, Україна; email: kartoveckiy_d@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0009-0009-5773-8018>.

Pavlo Viktorovych Movchan – Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub, associate professor of department No. 205, Kharkiv, Ukraine; email: movchan_pv@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0009-0002-4464-0950>.

Danylo Yuriyovych Kartovetskiy – Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub, full-time student, Kharkiv, Ukraine; email: kartoveckiy_d@ukr.net; ORCID <https://orcid.org/0009-0009-5773-8018>.

С. А. Плешкунов, К. А. Радченко

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОВСТІ ПЛАНЕРА ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА МІГ-29

Анотація: дана робота присвячена методам та заходам, спрямованих для підвищення надійності і продовження терміну експлуатації планера літака-винищувача МіГ-29. Актуальність цієї проблеми полягає у виконанні бойових завдань літаком, та отриманням бойових пошкоджень і особливостей експлуатації в умовах бойових дій.

Ключові слова: планер, надійність, літак-винищувач, експлуатація.

Abstract: This work is devoted to the methods and measures aimed at improving the reliability and extending the service life of the airframe of the MiG-29 fighter aircraft. The relevance of this problem lies in the performance of combat missions by an aircraft, and receiving combat damage and features of operation in combat conditions.

Keywords: glider, reliability, fighter aircraft, operation.

Сучасні бойові дії висувають жорсткі вимоги до надійності планера, що зумовлює необхідність розробки нових підходів до експлуатації, обслуговування і модернізації. Дослідження пошкоджень планера та пошук шляхів їх мінімізації мають важливе значення для підвищення загальної бойової ефективності літака та зниження ризиків аварій і катастроф. З огляду на це, розробка заходів для підвищення надійності планера літака-винищувача МіГ-29 є актуальним і важливим завданням для авіаційної галузі.

Мета дослідження. Метою цієї роботи є розробка та впровадження заходів для підвищення надійності планера літака-винищувача МіГ-29 з урахуванням особливостей його експлуатації в бойових умовах.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є планер літака-винищувача МіГ-29, його конструктивні особливості, експлуатаційні характеристики та надійність роботи.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є пошкодження планера літака-винищувача МіГ-29, причини їх виникнення та заходи щодо підвищення надійності в умовах бойової експлуатації.

Задачі дослідження:

- провести аналіз конструкції планера літака МіГ-29 і визначити основні фактори, що впливають на його надійність;
- дослідити типові пошкодження та дефекти планера в умовах експлуатації та виконати статистичний аналіз пошкоджень під час бойових дій;
- вивчити вплив бойових умов на експлуатаційні властивості планера та визначити характерні пошкодження, які виникають під час бойових вильотів;
- розробити заходи щодо підвищення надійності планера, включаючи впровадження нових конструкційних рішень та вдосконалення технічного обслуговування і ремонту;
- провести випробування розроблених заходів та оцінити їх ефективність і економічну доцільність.

Реалізація даних заходів для збільшення надійності планера літака-винищувача МіГ-29 дозволить значно збільшити його експлуатаційний ресурс і підвищити бойову готовність авіаційної техніки, та може збільшити якість безаварійної експлуатації, а також зменшити витрати на його технічне обслуговування, що в довгостроковій перспективі збільшить використання ресурсу авіаційної техніки.

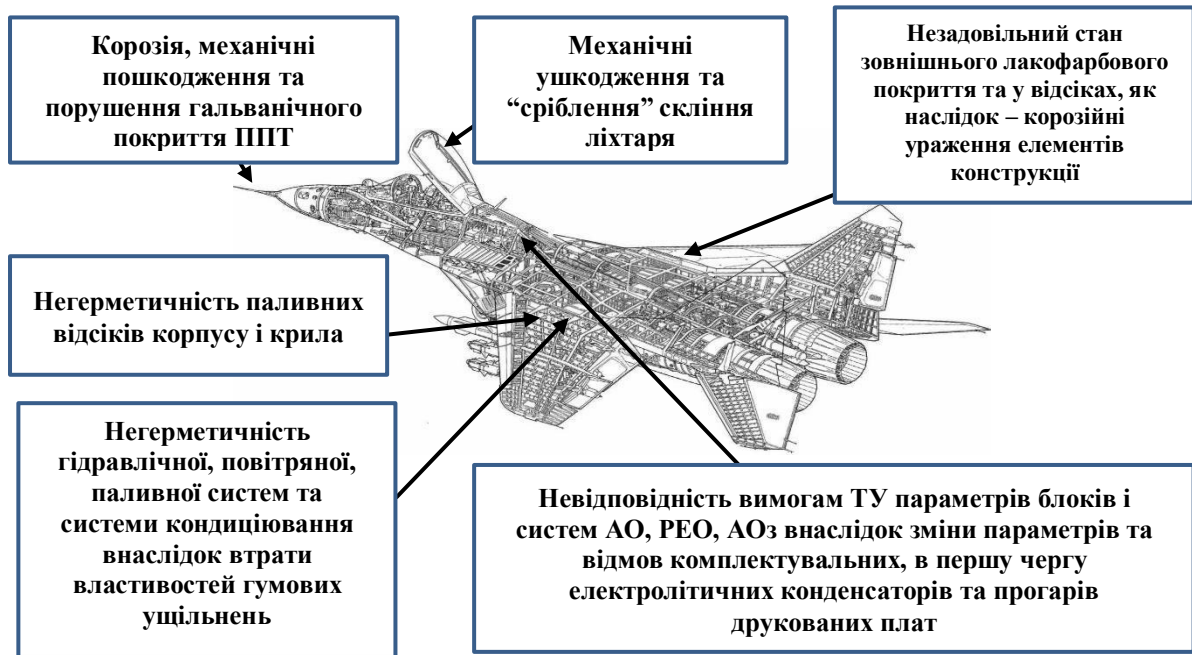


Рисунок 1. – Характерні ушкодження планеру та відмови обладнання літака МіГ-29.

Список використаних джерел:

1. Павлов, В. М. Авіаційне обслуговування в умовах бойових дій. Дніпро: Наукове видання, 2016. 320 с.
2. Іванова, Н. І. Методи покращення надійності авіаційних систем. Харків: Прапор, 2020. 285 с. <https://hups.mil.gov.ua/assets/doc/science/conference/19/xi%D1%85-conf-hnups.pdf>
3. Тихонов, О. І. Підвищення ефективності ремонту авіаційної техніки. Львів: Видавничий дім, 2016. 290 с.

Плешкунов Сергій Анатолійович, старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>, e-mail: pleshkunov70@ukr.net

Радченко Кіріл Андрійович, слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0009-0006-9895-1577>, e-mail: radkir02@gmail.com

Pleshkunov Serhii, Senior Lecturer Department of Engineering and Aviation Support of the Aviation Engineering Faculty Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>, e-mail: pleshkunov70@ukr.net

Radchenko Kiril, student of the Aviation Engineering Faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, <https://orcid.org/0009-0006-9895-1577>, e-mail: radkir02@gmail.com.

М. А. Подригало, С. А. Вахнюк

ОЦІНКА ЦИКЛОВОГО КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ МОТОРНО-ТРАНСМІСІЙНИХ УСТАНОВОК АВТОМОБІЛІВ

Анотація: при оцінці коефіцієнта корисної дії моторно-трансмiсійних установок автомобіля необхідно враховувати не тільки втрати на в'язке та сухе тертя, але також і втрати, зумовлені циркуляцією у трансмісії потенційної та кінетичної енергії. Зазначені втрати є результатом використання в моторно-трансмiсійних установках двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), що є джерелом коливань індикаторного крутного моменту.

Ключові слова: моторно-трансмiсійна установка, двигун внутрішнього згорання, маса, динамічний ККД, енергія, тертя, колінчатий вал, коливання, крутний момент.

Annotation: When assessing the efficiency of a vehicle's powertrain, it is necessary to take into account not only the losses due to viscous and dry friction, but also the losses caused by the circulation of potential and kinetic energy in the transmission. These losses are the result of the use of internal combustion engines (ICEs) in motor-transmission systems, which are the source of fluctuations in the indicator torque.

Key words: motor-transmission unit, internal combustion engine, mass, dynamic efficiency, energy, friction, crankshaft, oscillation, torque.

Коефіцієнт корисної дії є одним із показників енергоефективності моторно-трансмiсійних установок транспортно-тягових машин [1], [2]. У роботі [3] запроваджено поняття динамічного ККД, що враховує втрати енергії, спричинені коливаннями швидкості обертання мас трансмісії.

Наведено що баланс робіт у моторно-трансмiсійній установці автомобіля за один період коливань індикаторного крутного моменту, може бути визначений як робота двигуна A_e розподілена на виконання наступних робіт:

$$A_e = A_i \eta_{мдв} = A_{пол} + A_{ст} + A_{вт} + A_{дин} + A_{упр}, \quad (1)$$

де $A_{пол}$ - корисна робота, виконана моторно-трансмiсійною установкою за один період коливань індикаторного крутного моменту;

$A_{ст}$; $A_{вт}$ - робота, витрачена на подолання сил сухого та в'язкого тертя за один період коливань індикаторного крутного моменту;

$A_{дин}$ - робота, витрачена на розгін обертових і поступово рухомих мас за один період коливань індикаторного крутного моменту;

$A_{упр}$ - робота, витрачена на подолання сил пружних деформацій за період коливань індикаторного крутного моменту;

$\eta_{мдв}$ - механічний ККД ДВЗ.

Розділивши ліву та праву частини рівняння (1) на A_e , враховуючи взаємозв'язок між ККД та коефіцієнтами втрат, отримаємо

$$(\eta_{тр})_{цикл} = (\eta_{тр}^{ст})_{цикл} + (\eta_{тр}^{вт})_{цикл} + (\eta_{тр}^{дин})_{цикл} + (\psi_{тр}^{упр})_{цикл} - 3 \geq 1. \quad (2)$$

Вираз (2) є умовою сталої роботи моторно-трансмiсійної установки автомобіля за енергетичними показниками.

За один період коливань крутного моменту кутова швидкість колінчастого валу зменшиться в межах $[\omega_{emin}; \omega_{emax}]$.

Максимальна та мінімальна кутові швидкості колінчастого валу визначені в роботах [1], [2] і знаходяться за допомогою наступних рівнянь:

$$\omega_{emax} = \overline{\omega_e} + \frac{\overline{M_i} \cdot R_1}{\overline{\omega_e} \cdot i_u \left(J_{np}^{дв} + J_{npI}^{мр} + J_{npII}^{мр} + \frac{m \cdot r_k^2}{u_0^2 \cdot u_k^2} \right) \left[1 - \left(\frac{2k}{\overline{\omega_e} \cdot i_u} \right)^2 \right]}; \quad (3)$$

$$\omega_{e\min} = \overline{\omega}_e - \frac{\overline{M}_i \cdot R_1}{\overline{\omega}_e \cdot i_{\text{ц}} \left(J_{np}^{\text{дв}} + J_{npI}^{\text{мп}} + J_{npII}^{\text{мп}} + \frac{m \cdot r_k^2}{u_0^2 \cdot u_k^2} \right) \left[1 - \left(\frac{2k}{\overline{\omega}_e \cdot i_{\text{ц}}} \right)^2 \right]}, \quad (4)$$

де $i_{\text{ц}}$ - число циліндрів ДВС;

$J_{npI}^{\text{мп}}, J_{npII}^{\text{мп}}$ - наведені до колінчастого валу двигуна моменти інерції мас, пов'язаних змінним та постійним передатними відносинами;

m - маса автомобіля;

r_k - кінематичний радіус провідних коліс;

u_k, u_0 - передавальні відносини коробки передач та головної передачі;

$J_{np}^{\text{дв}}$ - наведений до колінчастого валу момент інерції рухомих мас ДВЗ.

У роботах [1], [2] показано, що при $\frac{2k}{\overline{\omega}_e \cdot i_{\text{ц}}}$ рівняння (3) і (4) змінюються місцями.

Рівняння (3) визначатиме $\omega_{e\min}$, а рівняння (4) - $\omega_{e\max}$. Тому надалі ми будемо брати по

абсолютній величині різницю $\left[1 - \left(\frac{2k}{\overline{\omega}_e \cdot i_{\text{ц}}} \right)^2 \right]$.

Провівши аналіз в розрахунках з урахуванням зміни кутової швидкості колінчастого валу ДВС за один цикл коливань крутного моменту в межах $[W_{k\min}; W_{k\max}]$, зміни кінетичної енергії рухомих мас, динамічного циклового коефіцієнту втрат $(\psi_{\text{тр}}^{\text{дин}})_{\text{цикл}}$, ефективної роботи ДВС за один період коливань моменту A_e отримали рівняння

$$(\eta_{\text{тр}})_{\text{цикл}} = (\eta_{\text{тр}}^{\text{см}})_{\text{цикл}} + (\eta_{\text{тр}}^{\text{см}})_{\text{цикл}} - \frac{K_1}{\left(\frac{2k}{\overline{\omega}_e \cdot i_{\text{ц}}} \right)^2 - 1} \cdot \left[\frac{\overline{M}_i \cdot \eta_{\text{мдв}} \left(1 - \frac{K_1}{4} \right)}{\pi J_{\text{нр}} \overline{\omega}_e^2 i_{\text{ц}}} + 0,5 \right]. \quad (5)$$

У рівнянні (5) можна прийняти $\eta_{\text{мдв}}=1$. У цьому випадку дисипативні втрати у двигуні можуть бути віднесені до дисипативних втрат у трансмісії.

Видно, що при $k_l=1$ пружний циклової ККД моторно-трансмісійної установки дорівнює одиниці, а коефіцієнт втрат - нулю. Зазначений коефіцієнт нерівномірності $k_l=4$ близький до коефіцієнта нерівномірності 4-циліндрового двигуна, для якого він дорівнює 4,7. Таким чином, для 4-х циліндрових двигунів втрати енергії на подолання пружних деформацій елементів трансмісії близькі до нуля. Очевидно, ця одна з причин, через яку 4-х циліндрові двигуни набули широкого поширення в автотракторобудуванні.

Дослідженням визначено цикловий динамічний ККД моторно-трансмісійних установок колісних машин, що враховує втрати на розгін мас, що рухаються, з урахуванням нерівномірності крутного моменту, властиві двигунам внутрішнього згорання.

Цикловий динамічний коефіцієнт механічних втрат у трансмісії пропорційний коефіцієнту нерівномірності крутного моменту і обернено пропорційний різниці квадратів кругових частот коливань крутного моменту та власних (вільних) коливань вхідного валу трансмісії. При збігу цих частот відбувається резонанс, у якому різко зростають циклові коефіцієнти пружних і динамічних втрат.

При коефіцієнті нерівномірності моменту, що крутить, рівному нулю циклові коефіцієнти динамічних і пружних втрат рівні нулю (див. залежність (5)).

Список використаних джерел:

1. Подригало Н.М. Концепція забезпечення ефективності та контролю функціональної стабільності моторно-трансмійних установок транспортно-тягових засобів: автореферат дис. на отримання наукового ступеня доктора технічних наук: спец. 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. / Н.М. Подригало. - Харків, 2016. 36 с.

2. Динаміка машин з пружними ланками на прикладі автомобілів і тракторів. Монографія (текст)/ за редакцією М.А Подригало та О.С. Полянського. Харків: видавництво «Естет прінт» 2024.272 с.

2. Подригало Н.М. Обґрунтування та вибір структури і основних параметрів трансмісії і модульних землерийно-транспортних та навантажувальних машин: автореферат дис. на отримання наукового ступеня кандидата технічних наук: спец. 05.05.04 Машини для земляних та дорожніх робіт. / Н.М. Подригало. - Харків, 2001. 20 с.

3. Технологічне забезпечення зносостійкості деталей трибомеханічних систем дискретними поверхнями: монографія / М. В. Кіндрачук, В. Є. Марчук, О. І. Духота, О. В. Радіоненко. – К.: НАУ, 2020. –224 с.

4. Ehlers H.-R. et al. Potential and limits of opportunities of the block brake. Glasers Annalen, 2002, no. 6/7, pp. 290-300.

Подригало Михайло Абович, докт. техн. наук, завідувач кафедри ТМ та РМ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: pmikhab@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1624-5219

Вахнюк Сергій Анатолійович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: vakhniuk.ser@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3584-7730

Pridrigalo Mykhailo Abovych, doctor. technical Sciences, Head of the TM and RM Department, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: pmikhab@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1624-5219

Vakhniuk Serhii Anatoliyovych, PhD student, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: vakhniuk.ser@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3584-7730

Д. В. Сніжко, М. М. Попов, О. О. Калина

РЕМОНТ І ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПЛАНЕРУ ЛІТАКА МІГ-29

Анотація: уданій доповіді розглядаємо питання ремонту і обслуговування композиційних елементів планера літака МіГ-29, зокрема, акцентовано увагу на важливості збереження їхньої цілісності та міцності. Оскільки композиційні матеріали стають дедалі більш популярним у авіаційній промисловості завдяки своїм унікальним властивостям, необхідність розробки специфічних методик їх обслуговування і ремонту є актуальною.

Ключові слова: ремонт, обслуговування, діагностика, відновлення, безпека, надійність, контроль, композиційні матеріали.

Abstract: The successful paper considered the issue of repair and maintenance of the composite elements of the airframe of the MiG-29 aircraft, in particular, attention was focused on the importance of preserving their integrity and strength. Since composite materials are becoming more and more popular in the aviation industry due to their unique properties, the need to develop specific methods of their maintenance and repair is urgent.

Key words: repair, maintenance, diagnostics, recovery, safety, reliability, control, composite materials.

Проведений аналіз літака МіГ-29, як об'єкта дослідження дозволив встановити, обсяг застосування в конструкції літака композиційних матеріалів складає близько 3% від загальної площі планера. Найбільше поширення для виготовлення обшивок, панелей та тощо, отримали вуглепластики, структура яких складається з шарів волокон, орієнтованих під кутами 0, +45, 45, 90°. Кількість і співвідношення числа шарів різної орієнтації визначає товщину обшивки та фізико-механічні властивості матеріалу.

Ремонт і обслуговування композиційних елементів планера літака МіГ-29 відіграють важливу роль у підтримці його функціональних та експлуатаційних характеристик на високому рівні. У конструкції МіГ-29 композиційні матеріали застосовуються для зниження ваги літака, покращення його маневреності, зменшення витрат пального та підвищення аеродинамічних характеристик. Проте, композиційні матеріали відрізняються від традиційних металів, таких як алюміній і титан, та вимагають особливих методів обслуговування та ремонту через їхню чутливість до ударів, вологи, температурних перепадів та інших зовнішніх впливів.

Основною метою ремонту і обслуговування композиційних елементів планера є збереження їх міцності та цілісності, оскільки пошкодження можуть призвести до значного зниження надійності літака і навіть спричинити аварійні ситуації. Для виявлення несправностей застосовують широкий спектр методів неруйнівного контролю до якого входять імпедансно акустичний та візуальні методи. Частка вказаних методів при контролі технічного стану планера складає близько 38 %.

Запропоновано удосконалити технологічне обладнання пересувних контрольно-ремонтних засобів шляхом введення до складу пересувних засобів військового ремонту (відповідно до штату технічно-експлуатційної частини), причіп на базі шасі 1-АП-1,5Г з обладнанням, інструментом, матеріалами для проведення ремонту елементів конструкції літака МіГ-29 виготовлених з композитних матеріалів.

Розроблена технологія ремонту стільникових конструкцій літака МіГ-29. В порівнянні зі старими рекомендаціями по ремонту стільникових конструкцій, розроблена технологія має ряд переваг:

- значне зменшення часу на виконання ремонтних робіт;
- зниження трудовитрат на виконання ремонту;
- висока надійність та довговічність відновлених конструкцій;
- висока якість ремонту.

А також запропонований новий метод ремонту наскрізних пробоїн в стільникових конструкціях, який дозволяє знизити час на відновлення стільникових конструкцій, що

отримали наскрізні пробоїни. Використання розробленої технології можливо також і при відновленні інших стільникових конструкцій літака.

В результаті проведеного розрахунку на міцність відремонтованої стільникової панелі встановлено, що в умовах льотної експлуатації значення діючих напружень менше від руйнівних. Ремонт і обслуговування композиційних елементів планера літака МіГ-29 є важливими процесами, що забезпечують його безпеку, надійність та продовження терміну служби. Композиційні матеріали вимагають спеціальних методів діагностики, ремонту та контролю, які враховують їхні унікальні властивості. Такий підхід дозволяє знизити експлуатаційні витрати, продовжити термін служби літака та забезпечити його ефективне функціонування в умовах високих механічних і кліматичних навантажень, що є критично важливим для підтримки надійності та боєготовності МіГ-29.

Список використаних джерел:

1. Структура, стан, перспективи, розвитку Повітряних Сил до 2025 року, тенденція змін форм та способи застосування Повітряних Сил Збройних Сил України // Доповідь заступника командувача Повітряних Сил ЗС України з бойової підготовки – начальника бойової підготовки ген. л-та Сідаша В.В. Х.: ХУПС, 2009.
2. Руснак І.С. Боєдатність армії визначатиме авіація / І.С. Руснак // Крила України №35 (491) від 5 – 10 жовтня 2009 року С. 7-10
3. Руденко О.О. Технології обслуговування літаків МіГ-29, 2018.
4. Наставлення з технічного забезпечення авіації Збройних сил України (НТЗ-99) кн.2, ч.1. Інженерно-авіаційне забезпечення. Вінниця, 1999.
5. Технічний опис літака МиГ-29, виріб 9-12.

Калина Олександр Олександрович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: kalina.alex16@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3311-629X>

Попов Микита Миколойович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: senpai1488@ukr.net ;

Снізко Дмитро Володимирович – викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: dimasnezhko68@gmail.com . ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2654-284X> .

Kalyna Oleksandr Oleksandrovych – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: kalina.alex16@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3311-629X> .

Popov Mykyta Mykolayovych– a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: senpai1488@ukr.net ;

Snizhko Dmitriy Vladimirovich – lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: dimasnezhko68@gmail.com . ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2654-284X> .

О. М. Лосіков, В. К. Сидоренко

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ НАГНІТАЛЬНИХ НАСОСІВ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ДВИГУНА 5ТДФ РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Анотація: для відновлення працездатного стану нагнітального насоса системи мащення двигуна 5ТДФ і збільшення його довговічності під час ремонту пропонується встановлення механізму компенсації торцевого зазору та підшипникових втулок з компенсаційними пружинами, які зменшують механічні витрати за рахунок поглинання навантажень обумовлених перекосом валів при запуску насоса для зменшення динаміки зростання радіального зазору.

Ключові слова: насос нагнітальний, торцевий зазор, радіальний зазор, об'ємні витрати, механізм компенсації, підшипникова втулка.

Annotation: In order to restore the serviceable condition of the injection pump of the 5TDF engine lubrication system and increase its durability during repair, it is proposed to install an end gap compensation mechanism and bearing bushings with compensating springs, which reduce mechanical costs by absorbing loads caused by misalignment of the shafts when starting the pump to reduce the dynamics of radial gap growth.

Keywords: discharge pump, end clearance, radial clearance, volume flow, compensation mechanism, bearing sleeve.

Одним з основних факторів, який забезпечує надійну роботу двигуна внутрішнього згоряння є безперервна подача моторного мастила до пар тертя, яку забезпечують шестеренні насоси системи мащення.

Зниження ефективності роботи шестеренних насосів системи мащення призводить до підвищених зносів деталей газорозподільного та кривошипно-шатунного механізмів двигуна, що в свою чергу викликає значні матеріальні витрати на обслуговування та ремонт.

До системи мащення двигуна 5ТДФ, який встановлено на бойові танки Т-64, входять: нагнітальний масляний насос, який подає моторне мастило до пар тертя та забезпечує його неперервну циркуляцію в системі мащення під час роботи двигуна та два насоси для відкачування моторного мастила з нижньої частини блока в масляний бак, а також масляний відцентровий фільтр, трубопроводи і комплект зворотних і перепускних клапанів [1].

Нагнітальний насос системи мащення двигуна 5ТДФ, належить до насосів шестерного типу, але конструктивно він відрізняється від шестеренних насосів типу НШ-У і НШ-К, які широко застосовуються в гідравлічних системах.

Ці відмінності пояснюються тим, що у качаючому вузлу нагнітального насоса відсутні опорні втулки, системи компенсації торцевого та радіального зазорів, а роль підшипникових блоків виконують кришка та корпус насоса [1]. В якійсь мірі це дозволяє істотно спростити конструкцію нагнітального насоса, однак при цьому його працездатність багато в чому буде залежати від виконання технічних вимог на експлуатацію.

Використання такої конструкції нагнітального насоса частково пояснюється умовами його роботи: насос працює при невисокому тиску моторного мастила – 0,15 МПа та експлуатаційній частоті обертання колінчастого валу двигуна – 2200...2800 об/хв крім того у насоса є редуційний клапан, що дозволяє розвантажити роботу качаючого вузла насоса в аварійному режимі [1].

Не дивлячись на такі умови роботи все-таки в процесі експлуатації відбуваються відмови в системі мащення двигуна через втрату працездатності нагнітального насоса.

Технічний стан нагнітального насоса обумовлюється витокami моторного мастила, через торцевий та радіальний зазори качаючого вузла, тобто зміна структурних параметрів технічного стану деталей качаючого вузла насоса приводить до зростання зазорів, через які збільшуються витoki моторного мастила із зони високого тиску до зони низького, що приводить до зменшення об'ємного коефіцієнта подачі насоса або втрати його працездатності в цілому (поступового зниження тиску подачі моторного мастила нижче за мінімальне значення).

Ці питання були детально розглянуті у ряді робіт [2, 3], автори яких вважають, що основна частка витоків мастила доводиться на сполучення «горець шестерні - кришка». При цьому слід відмітити, що це вказувалося для шестеренних насосів де потік мастила як в забірній магістралі, так і в нагнітаючий був перпендикулярним по відношенню до вісей шестерень качаючого вузла, що неможна сказати про конструкцію нагнітального насоса, у якого розміщення вищевказаних магістралей інше, крім того у цих насосів відсутній механізм компенсації витоків мастила через торцевий зазор.

Аналіз технічного стану шестеренних насосів колісно-гусеничних транспортних засобів, які поступають у ремонт показав, що зношення деталей спряжень качаючого вузла насоса, які формують торцевий та радіальний зазор, обумовлюється гідроабразивним спрацюванням деталей качаючого вузла, яке характеризується появою гідроабразивних каналів різного розміру та характеру зношення. Їх поява обумовлює об'ємні витрати робочої рідини, які впливають на зменшення коефіцієнта подачі насоса і за певних умов обумовлюють параметричну втрату його працездатного стану [4].

Зміна торцевого та радіального зазорів знаходиться в функціональній залежності від ресурсу нагнітального насоса, і як правило ці зазори збільшуються з часом. Слід відмітити, що технічний стан моторного мастила має суттєвий вплив на формування зазорів, які було згадано вище. При експлуатації моторне мастило втрачає свої експлуатаційні якості – обводнюється, окислюється та забруднюється механічними домішками – продукти гідроабразивного зношення, частки які виникають в процесі погіршення хімічної стабільності, частки які потрапляють під час виконання ремонтно-обслуговуючих впливів: засмічення моторного мастила механічними домішками, несвоєчасна заміна або очищення масляних фільтрів, сапунів і масляних баків і т.д.

В зв'язку з цим, для зменшення витоків моторного мастила через торцевий та радіальний зазори качаючого вузла нагнітального насоса та збільшення його довговічності перспективним заходом являється зміна конструкції насоса за рахунок реалізації механізмів компенсації вищевказаних зазорів.

Для компенсації торцевого зазору передбачається в корпусі насоса встановити пластину, яка складається з робочої і опорної поверхонь та пружнодемпфуючого елемента у якому додатково розташовані канали й камери гідростатичного підтискування. Збільшення довговічності нагнітального насоса відбудеться за рахунок поглинання вібрацій пружнодемпфуючим елементом компенсаційної пластини, зменшення об'ємних витрат моторного мастила за рахунок компенсації торцевого зазору в качаючому вузлі [5].

Для зменшення динаміки зростання радіального зазору передбачається в отворах кришки та корпусу насоса встановити підшипникові втулки, які складаються з робочої і напрямної втулок, між якими встановлено пружнодемпфуючий елемент, у сферичних каналах якого додатково розташовані компенсаційні пружини. Збільшення довговічності нагнітального насоса системи мащення двигуна відбудеться за рахунок зменшення вібраційних навантажень пружнодемпфуючим елементом підшипникової втулки в процесі роботи, та поглинання навантажень, обумовлених перекосом валів при запуску насоса, компенсаційною пружиною, що зменшує механічні витрати, а також об'ємні витрати моторного мастила через радіальний зазор, динаміка зростання якого зменшується [6].

Висновки. Технічний стан нагнітального насоса в значній мірі обумовлює працездатність системи мащення двигуна, що вказує на актуальність подальшого дослідження функціональних залежностей між структурними параметрами технічного стану деталей та об'ємними витокami моторного мастила.

До основних напрямків відновлення працездатного стану нагнітального насоса і збільшення його довговічності під час ремонту актуальним являється встановлення механізму компенсації торцевого зазору для зменшення витоків моторного мастила.

Одним із заходів зменшення динаміки зростання радіального зазору під час ремонту являється встановлення підшипникової втулки з компенсаційними пружинами, що зменшує механічні витрати за рахунок поглинання навантажень обумовлених перекосом валів при запуску насоса.

Запропоновані конструктивні заходи в цілому підвищать надійність роботи двигуна 5ТДФ.

Список використаних джерел:

1. Двигатель 5ТДФ. Техническое описание. Воениздат, 1977, с. 145.
2. Башта Т. М. Объёмные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. М., «Машиностроение», 1974, с. 606.
3. Юдин Е. М. Шестеренные насосы. М. : Машиностроение, 1964. С. 235.
4. Мельянцов П.Т. Вплив торцевого зазору качаючого вузла насоса підживлення гідроприводу трансмісії ГСТ-90 на сумарні об'ємні втрати / П.Т. Мельянцов, О.М. Лосіков // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. -2015.-№7.-С.174-177. – Бібліогр.: 4 назв.
5. Пат. 98159 Україна, МПК F04C 2/08. Насос підживлення аксіально-поршневої гідромашини / заявники та патентовласники Мельянцов П. Т., Лосіков О. М., Назарець В. С., Сидоренко В. К. - № u 2014 08506; заявл. 25.07.2014; опублік. 27.04.2015, Бюл. № 8.
6. Пат. 98751 Україна, МПК F04B 1/20. Насос підживлення аксіально-поршневої гідромашини/ заявники та патентовласники Мельянцов П. Т., Лосіков О. М. - № u 2014 11141; заявл. 13.10.2014; опублік. 12.05.2015, Бюл. № 9.

Лосіков Олександр Михайлович – старший викладач кафедри галузевого машинобудування, e-mail: a.m.losikov@ust.edu.ua Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро ORCID <https://orcid.org/0009-0004-5523-765>, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010.

Сидоренко Віктор Кононович – старший викладач кафедри галузевого машинобудування (полковник в відставці), e-mail: kgtz.vk7@gmail.com Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, ORCID <https://orcid.org/0009-0005-7610-4433>, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, м. Дніпро, Україна, 49010.

Losikov Olexander – senior lecturer, department of sectoral engineering, email: a.m.losikov@ust.edu.ua Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5523-7651> Ukrainian state university of science and technology, Lazariana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010.

Sydorenko Viktor – senior lecturer, department of sectoral engineering (colonel, retired), email: kgtz.vk7@gmail.com Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7610-4433> Ukrainian state university of science and technology, Lazariana St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010.

Р. Є. Врублевський

ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЗМІВ В ВІЙСЬКОВІЙ ТЕХНІЦІ

Анотація: проаналізовані переваги магнітно-імпульсної обробки для підвищення стійкості та зносу деталей машин та механізмів. Розроблена установка магнітно-імпульсної обробки з системою інтелектуального управління процесом. Застосовано установку магнітно-імпульсною обробкою яка дозволяє змінювати параметри режимів обробки, залежно від матеріалу і геометрії оброблюваного виробу, що дозволить швидко переналаштуватися на обробку виробів різних типів і матеріалів.

Ключові слова: магнітно-імпульсна обробка, зміцнення деталей, підвищення стійкості деталей, інтелектуальна система управління.

Abstract: the advantages of magnetic pulse treatment for improving the durability and wear resistance of machine parts and mechanisms have been analyzed. A magnetic pulse treatment unit with an intelligent process control system has been developed. The developed magnetic pulse treatment unit allows for changing the processing parameters depending on the material and geometry of the workpiece, which enables quick reconfiguration for processing different types of products and materials.

Key words: magnetic-impulse treatment, part strengthening, durability enhancement of parts, intelligent control system.

Магнетизмом людство цікавиться понад 300 років. Дослідженням застосування прикладного магнетизму для зміни властивостей виробів та розширення застосування магнітної обробки у технології машинобудування, особливо при металообробці, займалися багато авторів.

Відомо, що проблеми стійкості та зносу деталей машин становить основу розвитку машинобудування. Довговічність механізмів зазвичай зумовлена властивостями матеріалів, умовами докільця. Особливостями їхньої конструкції, умовами експлуатації, а також наявністю неминучих дефектів або технологічних відхилень при повному циклі виробництва виробу [1, 2, 3, 4]. Доведено [2], що руйнування деталей механізмів пов'язане з концентраціями внутрішніх, поверхневих та монтажних напруг. Термодинаміка, гідростатодинаміка тертя, відхилення вимог триботехнології, динаміка навантаження, кавітація, а також корозія ще більше посилюють вплив залишкової напруги на працездатність механізму. Традиційні методи підвищення довговічності деталей не забезпечують як можливу довговічність роботи окремих вузлів механізму, і розрахунковий ресурс часу його експлуатації. Застосовуючи сучасні фізико-механічні способи зміцнення робочих елементів механізму (наприклад, механічні, термодинамічні чи квантово-механічні), можна в 1,5...5,0 разів збільшити його ресурс. [3]

Однак, багаторічний досвід показує, що впровадження найпростіших сучасних способів зміцнення, наприклад, лазерного, технологічно складне і не завжди ефективно для складних механізмів. Тому традиційні методи зміцнення через великі капітальні витрати не вирішують проблеми довговічності деталей механізмів в військовій техніці. Сучасні термодинамічні методи зміцнення, наприклад, термомеханічна або термомагнітна обробка найчастіше трудомісткі, нерентабельні, не оперативні і вимагають значних капіталовкладень. Потреба застосування високотемпературного нагрівання виключає методи зміцнення цілого класу виробів. Нові фізико-технічні та фізико-хімічні методи підвищення довговічності деталей хоч і мають універсальні властивості поліпшення робочих поверхонь (наприклад, напилення, лазерна та електронна обробка поверхні деталей), але настільки складні в технологічному плані, що практично непридатні для зміцнення робочих елементів великогабаритних і масових механізмів [3]. Крім цього зазначені вище способи не дозволяють вести «безконтактну» обробку деталей машин та механізмів, зміцнювати вироби на потоці, усувати надмірну енергію в них як за обсягом, так і локально вибірково. Зазначені способи не дозволяють також усувати напругу в томи. Тому збільшення розрахункового ресурсу роботи деталей механізмів в військовій техніці не завжди можна рекомендувати [4].

З перспективних способів зміцнень деталей машин, а також складальних одиниць та металоконструкцій, магнітної обробки виділяють одне з перших місць [5]. Простота концентрації електромагнітної енергії на виріб, швидке її акумулювання матеріалом робочих елементів деталі, а також оперативність підвищення експлуатаційних характеристик механізму (час обробки становить 0,3...2,0 при незначних енергетичних витратах), вказує на те, що методи магнітного зміцнення немає собі рівних. Зазначені переваги магнітної обробки виробів у порівнянні з іншими засобами зміцнення багаторазово підтверджувалися промисловим досвідом у машинобудуванні, приладобудуванні, суднобудуванні. [3, 4].

Переваги магнітного зміцнення порівняно з іншими фізико-технічними способами збільшення ресурсу виробів розглянуто на прикладі магнітно-імпульсної обробки (МІО) редукторів випробовувалися агрегати РМ-500 та РМ-1000. Зміцнююча обробка досліджувалась на більш ніж 100 агрегатах. Як зміцнюючі способи випробовувалась спеціальна термообробка, напилення, електроіскрове легування вольфрамосодержачим сплавом, лазерна обробка і МІО. Зіставлення результатів проводилося методом вибіркової статистики за практично постійних умов роботи деталей. З показників визначалися традиційні параметри – довговічність, безпека методу, оперативність обробки при ремонтах, економічність зміцнення, а також екологічність (нешкідливість для працюючого персоналу та навколишнього середовища) [3, 4].

Відомо, що при магнітній (а особливо магнітно-імпульсної) обробці виробів за рахунок електромагнітної індукції в нерухомих провідниках (наприклад, деталі машин) або в соленоїда, що прискорено рухаються в магнітному полі, напруженістю H (індукцією B) провідниках (наприклад, інструмент невеликої маси) виникає вихрове електричне поле напруженістю. Величина його пропорційна індукції зовнішнього поля, але характер перерозподілу силових ліній магнітного потоку значною мірою залежить від магнітних характеристик провідника, особливо від «показника його суцільності» [1–6]. При МІО виробів у них синбадно (відповідно до головного вектора зовнішнього поля) наводиться вихрове електромагнітне поле напруженістю, яке здатне впливати на властивості матеріалу. Інтенсивність зміни цих властивостей залежить від характеру та швидкості циркуляції напруженості поля в обмеженому обсязі деталі. Тому кінцевий результат поліпшення виробів з допомогою взаємоіндукції локальних микровихреїв залежатиме як від маси, габаритів і магнітних властивостей деталі, і від енергії соленоїда, що створює зовнішній магнітний потік.

Нині розроблені і застосовуються десятки різних установок і пристроїв для магнітної обробки інструменту, деталей машин, складальних одиниць і металоконструкцій [3, 4]. Установки мають приблизно однотипну функціональну схему, але розрізняються за призначенням конструкції, потужністю напруженості поля, способом концентрації магнітного потоку, рівнем автоматизації, застосуванням мікроконтролерів, продуктивністю й іншими показникам. У жодній з цих установок не використовується інформаційна система управління процесом МІО.

На основі аналізу існуючих інформаційних систем управління в лабораторії ресурсозберігаючих технологій при Херсонській державній морській академії була створена установка МІО з системою нейро-нечіткого управління процесом. Дослідна установка має наступну функціональну схему (рис. 1).

Установка функціонує таким чином: у робочу порожнину соленоїда (6) поміщають деталь (7), що підлягає МІО. Оператор вводить дані про оброблювану деталь у базу даних інформаційної системи управління МІО (2). Отримана інформація обробляється системою управління (2), що за отриманими даними задає параметри режимів обробки. Після цього сигнал подається на мікроконтролер (3) через перетворювач (4) і модуль управління соленоїдом (5). У соленоїді виникає магнітний потік, який концентрується на виробі. Установка оснащується набором соленоїдів для різних типів деталей (у спеціальних електрозахисних кожухах).

Застосування інтелектуальної системи управління МІО дозволяє змінювати параметри режимів обробки, залежно від матеріалу і геометрії оброблюваного виробу. Це дозволить швидко переналаштовуватися на обробку виробів різних типів і матеріалів. Застосування нечітких нейронних мереж в управлінні дозволить точно оптимізувати параметри режимів МІО для конкретного типу виробу. Застосування запропонованого підходу до управління МІО дозволить скоротити час на обробку виробів, підвищити якість МІО, і скоротити витрати

електроенергії, що витрачається на процес МІО. У даний час розроблена установка МІО використовується для збільшення стійкості і зносу деталей машин і механізмів.

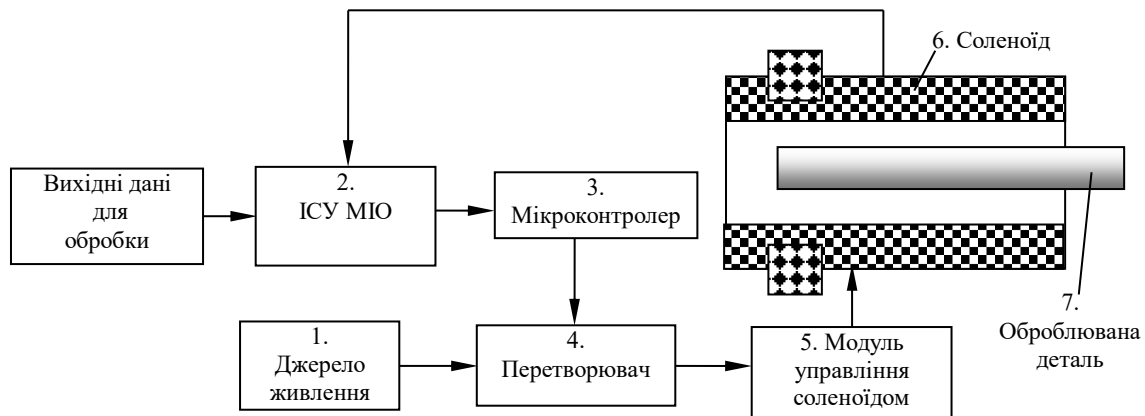


Рис. 1. Функціональна схема установки МІО

Висновки. Запропонована концепція побудови установки МІО металевих виробів, що забезпечує адаптивне управління таким процесом в умовах неповноти початкових даних відносно фізико-механічних властивостей конкретного виробу, що дозволяє істотно спростити процес вибору параметрів МІО для схожих за геометричною формою виробів. Розроблена інформаційна технологія управління МІО металевих виробів, що дозволяє управляти процесами їх обробки з урахуванням властивостей матеріалу і форми виробу та забезпечує швидке переналаштування технологічного устаткування на обробку виробів різного типу. Дослідження показали, що використання розробленої установки МІО дозволяє: знизити час на процес на 20–30 %, підвищити якість обробки у 2–3 рази, зменшити енерговитрати на процес на 15–25 %.

Список використаних джерел:

1. Аскіназі В.М. Зміцнення та відновлення деталей електромеханічною обробкою. – Л.: Машинобудування, 1977. – 229 с.
2. Гельфрат Ю. М. А.с. 503634, МКІ Н01 F13/00. Безконтактний спосіб електромагнітної обробки металевого розплаву / Ю. М. Гельфрат
3. Малигін Б.В., Бень О.П., Лемещенко О.Б. Застосування керованого прикладного магнетизму. Теорія. Технологія. Практика: матеріали І Міжнар. конференції "Radio electronics, Informatics, Technology", Кишинів, 15-16 жовтня, 2008р. / Академія наук Молдови. – Кишинів: Техн. ун-т Молдови, 2008. – С. 281-284.
4. Малигін Б.В., Бень А.П. Магнітне зміцнення виробів. (Теорія та практика). – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2009. – 352 с.: Іл
5. Маслов Ю.М. А.С. № 492002, МКІ Н01 F 13/00. Пристрій для імпульсного намагнічування виробів.
6. Русін П.І. А.С. 456837 С21Д 1/04. Влаштування термомагнітної обробки деталей кільцевої форми.

Врублевський Роман Євгенович, к.т.н., доцент кафедри суднових технічних систем і комплексів, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8686-3488>, romanvrublevskyi77@gmail.com

Vrublevskiy Roman, PhD, Associate Professor, Department of Ship Technical Systems and Complexes, Kherson State Maritime Academy, Kherson, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8686-3488>.

І. В. Грицук, Д. С. Погорлецький, І. В. Худяков

ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ГОТОВНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ

Анотація: в роботі описуються підходи до формування, механізми і засоби реалізації процесів оперативної готовності і систем теплової підготовки двигунів внутрішнього згорання засобів транспорту на основі використання технології теплового акумулювання в матеріалах. Показано, що досягти суттєвого підвищення оперативної готовності військової техніки з двигунами внутрішнього згорання можливо за рахунок модернізації або дооснащення їх засобами збереження теплового стану на основі теплових акумуляторів фазового переходу. Показані результати використання системи оперативної готовності двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів на основі фазоперехідних теплових акумуляторів.

Ключові слова: тепловий акумулятор, фазовий перехід, засіб транспорту, оперативна готовність.

Annotation: approaches to the formation, mechanisms and means of implementation of operational readiness processes and systems of thermal preparation of internal combustion engines of transport vehicles based on the use of thermal accumulation technology in materials are described. It is shown that it is possible to achieve a significant increase in the operational readiness of military equipment with internal combustion engines by modernizing or retrofitting them with means of maintaining the thermal state based on thermal accumulators of the phase transition. The results of the use of the system of operational readiness of internal combustion engines of vehicles based on phase-transition thermal accumulators are shown.

Key words: thermal accumulator, phase transition, means of transport, operational readiness.

Серед основних проблем ефективної експлуатації військової техніки (ВТ), енергетичних установок (ЕУ) і засобів транспорту (ЗТ) особливе місце займає передпускова тепла підготовка двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Саме вона гарантує відповідний рівень оперативної готовності (ОГ) її у складних умовах експлуатації і бойового використання. Особливо ця проблема збільшується віддаленістю ВТ, ЕУ й ЗТ при роботі від місць постійного їх базування, населених пунктів і ліній електропередач, що утруднює або повністю виключає можливість застосування традиційних способів і засобів передпускової підготовки. Необхідно відзначити, що в умовах низьких температур передпусковий прогрів ДВЗ займає досить багато часу, це значно знижує їх оперативну готовність. У низькотемпературні періоди використання за призначенням її досить часто ДВЗ взагалі не зупиняють, що призводить, відповідно, до перевитрати палива й зниження ресурсу [1 - 4].

Для вирішення проблеми підвищення оперативної готовності ВТ, ЕУ і ЗТ з двигунами внутрішнього згорання була виконана їх модернізація в частині формування системи збереження теплового стану. Для цього була сформована і досліджена комплексна система теплової підготовки (КСТП) на основі теплових акумуляторів фазового переходу (ТАФП) накопичувального і контактного типу на основі теплоакумулюючих матеріалів (ТАМ), утилізаторів теплоти, з'єднувальних комунікацій і засобів керування та моніторингу [1 - 4]. В якості джерел енергії для накопичення теплової енергії використовувались відпрацьовані гази (ВГ), теплові середовища на основі технологічних рідин, поверхні з конвекцією тощо. Крім цього були використані засоби прискореного прогрівання ДВЗ.

Вирішення загальної проблеми підвищення оперативної готовності вирішувалось на основі вирішення протиріччя між потребами в додатковій тепловій енергії, необхідній для передпускової і післяпускової теплової підготовки ДВЗ ВТ, ЕУ й ЗТ до виконання поставлених задач і її нераціональним розсіюванням теплоти у навколишній простір при роботі [1 - 4]. КСТП базується на функціональному об'єднанні в одній системі елементів системи охолодження (СО), системи мащення (СМ), системи випуску (СВ) ВГ ДВЗ, спеціальних пристроїв керування за спеціальними алгоритмами роботи. Це дуже важливо для підготовки до пуску ДВЗ і його прогріву для прийняття навантаження або початку руху з навантаженням.

Для формування КСТП був розроблений комплекс, що включає в себе теплові акумулятори з речовинами, які мають фазовий перехід при нагріванні відпрацьованими газами для передпускового розігріву двигуна й систему прискореного прогріву після пуску. ТАФП дозволяє накопичити викидну теплоту використаного палива ДВЗ, яка знаходиться у корпусі теплового акумулятора і відповідає тепломісткості ВГ двигуна. Були проведені розрахунково-аналітичні, теоретичні й експериментальні дослідження, які дозволили виявити основні параметри ТАМ, ТАФП, що пов'язані з їх геометричними параметрами й конструкцією теплообмінника для розігріву ТАМів ВГ ДВЗ, а також системи прискореного прогріву і її складових при роботі.

Основними об'єктами експериментальних досліджень процесів теплової підготовки двигунів ВТ і ТЗ за допомогою КСТП на основі ТАФП були вантажний автомобіль ГАЗ-66-11 з двигуном ЗМЗ-66-06 (8Ч 9,2/8) і легковий автомобіль KIA CEE'D 2.0 5MT2 з двигуном G4GC (4Ч 7,72/8,45), оснащені комплексною системою теплової підготовки. В досліджуваних ТЗ під'єднання ТАФП до системи випуску ВГ здійснювалось за допомогою додаткового теплообмінника (відрегульовано для роботи з потоком ВГ не більше 40%) в системі випуску двигуна і керованих відсічних клапанів (заслінок), а до систем охолодження і мащення двигуна відповідно до програми досліджень - через додаткові з'єднувальні патрубки до блоку циліндра і піддону двигуна відповідно.

На рис. 4 показаний автомобіль ГАЗ-66-11 під час дослідження передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна і його кабіни.



Рисунок - 1. Транспортний засіб ГАЗ-66-11 під час дослідження передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна і його кабіни

Проведені експериментальні дослідження ефективності способів забезпечення ОГ і підтримання оптимального температурного стану (ОТС) ВТ, ЕУ і ТЗ в умовах виконання задач і експлуатації. Для забезпечення ОГ і ОТС двигунів і ТЗ в умовах виконання задач і експлуатації за допомогою КСКП експериментально визначені численні ТАМ для функціонування у складі відповідних ТА фазового переходу і отримані їх основні фазоперехідні характеристики. Сконструйовані, виготовлені і випробувані ТАФП для реалізації завдань теплової підготовки двигунів дозволили гарантувати зниження термінових і тактичних, а також покращення показників ефективності та екологічності двигунів ВТ, ЕУ і ТЗ в процесах передпускового і післяпускового прогріву. На основі лабораторних досліджень на стаціонарних двигунах розмірності 6Ч 12/14 (К-461М1 (дизельне паливо) і К-159 М2 (природний газ)) підтверджено, що використання КСКП дозволяє суттєво покращити показники ОГ і часу прогріву охолоджуючої рідини (ОР) (до 23-44%), а час прогріву моторної оливи (МО) ДВЗ – до 20-44% у порівнянні зі штатними системами двигуна. При цьому сумарна витрата палива на прогрів двигуна зменшується на 69-80%, викиди шкідливих речовин у ВГ – на 85-97%.

У процесі експериментальних досліджень, використовуючи КСТП з ТАФП, під час передпускового і післяпускового прогріву ОР автомобільного двигуна G4GC (4Ч 8,2/9,35) в автомобілі KIA CEE'D 2.0 5MT2, досягнуто скорочення терміну нагрівання ОР на 17,8 - 68,4% і витрати палива на 19,5 - 56,25% в різних умовах експлуатації, при використанні різних

варіантів здійснення прогріву ТЗ. Для двигуна ЗМЗ-66-06 (8Ч 9,2/8) вантажного автомобіля ГАЗ-66-11 - досягнуто скорочення терміну нагрівання ОР на 53 - 69% в різних умовах експлуатації, при використанні різних варіантів здійснення прогріву ВТ і ТС. Найбільш раціональним з точки зору компромісу між часом прогріву транспортного двигуна від КСТП з ТА фазового переходу від температури навколишнього середовища до температури 85 °С (50 °С), відстані пробігу ВТ і ТЗ для здійснення прогріву в русі і витратою палива є варіант прогріву двигуна в режимі х.х. при нерухомому ВТ і ТЗ і з подальшим рухом ВТ і ТЗ. Для забезпечення виконання вимог щодо термінів прогріву різних зон салону ВТ і ТЗ і водія для ВТ і ТЗ без КСТП можливо використовувати штатну СО тільки до - 5 °С. При подальшому зниженні температур оточуючого середовища необхідно використовувати КСТП для прогріву салону ВТ і ТЗ.

Проведено оцінювання впливу характеристик складових КСТП у складі ТАФП на забезпечення стабільності показників ОГ і ОТС двигунів ВТ і ТЗ в умовах виконання задач і експлуатації. Забезпечення транспортної безпеки в частині вимог підтримання ОТ і ОТС двигуна ВТ і ТЗ, нешкідливості впливу на ОС, транспортного комфорту, отримання можливості приймання навантаження двигуна відразу після його запуску, питомої ефективної витрати палива при здійсненні забезпечення ОГ і ОТС двигунів ВТ і ТЗ у складі КСТП на основі ТАФП фазового переходу досягається використанням окремих, найбільш ефективних варіантів комплектацій КСТП.

В цілому завдання підвищення оперативної готовності військової техніки з двигунами внутрішнього згорання шляхом модернізації систем збереження теплового стану повноцінно виконано.

Список використаних джерел:

1. Забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів. І.В. Грицук, В.П. Волков, О.М. Вольська, Т.В. Волкова. – Одеса: ОЛДІ+, 2024. – 368 с. . ISBN 978-966-289-832-3
2. Основи функціонування систем теплової підготовки транспортних засобів. І.В. Грицук, В.П. Волков, Р.В. Симоненко, Т.В. Волкова - Херсон, ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 314 с.
3. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., "Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, doi:10.4271/2016-01-0204.
4. Поліпшення паливної економічності і екологічних показників транспортних засобів з системою теплової підготовки: монографія / І.В.Грицук, В.П. Волков, Д.С. Погорлецький, Т.В. Волкова, В.П. Кужель – Харків- Херсон – Вінниця: ПП ТД «Едельвейс і К», 2022. – 178с.

Грицук Ігор Валерійович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри суднових технічних систем і комплексів, e-mail: gritsuk iv@ukr.net, Херсонська державна морська академія, м. Одеса ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7065-6820> Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039.

Погорлецький Дмитро Сергійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри суднових технічних систем і комплексів, e-mail: dimon150582@gmail.com, Херсонська державна морська академія, м. Одеса, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1256-8053>, Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039.

Худяков Ігор Валентинович – к.т.н., доцент кафедри суднових технічних систем і комплексів, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, Херсонська державна морська академія, м. Одеса, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8900-7879>, Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039.

Ihor Valeriyovych Hrytsuk – Dr. Tech. Sciences, professor, professor of the Department of Ship Technical Systems and Complexes, e-mail: gritsuk iv@ukr.net, Kherson State Maritime Academy, Odesa ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7065-6820> Kherson State Maritime Academy, str. Kanatna, 99, m. Odesa, 65039.

Dmytro Serhiyovych Pohorletskyi – Ph.D., Associate Professor, Department of Ship Technical Systems and Complexes, e-mail: dimon150582@gmail.com, Kherson State Maritime Academy, Odessa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1256-8053>, Kherson State Maritime Academy, str. Kanatna, 99, Odessa, 65039.

Khudyakov Ihor Valentinovich – Ph.D., Associate Professor of the Department of Ship Technical Systems and Complexes, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, Kherson State Maritime Academy, Odesa, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8900-7879>, Kherson State Maritime Academy, st. Kanatna, 99, m. Odesa, 65039.

О. А. Круць, В. О. Бурденюк

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН НА ЛЬОТНО-ВИПРОБУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ

Анотація: в даній роботі проводяться дослідження покращення методик випробування повітряних суден на льотно-випробувальних станціях (ЛВС) спрямоване на підвищення ефективності, надійності та безпеки тестувань авіаційної техніки. У роботі розглядаються сучасні підходи, що включають автоматизацію збору й аналізу даних, модернізацію випробувального обладнання, використання симуляцій і цифрових моделей, а також впровадження методів аналізу великих даних для вдосконалення процесів тестування. Запропоновані заходи дозволяють оптимізувати процедури випробувань, зменшити вплив людського фактора, підвищити точність результатів і забезпечити відповідність міжнародним стандартам, що в свою чергу, сприяє розвитку авіаційної галузі України.

Ключові слова: методики випробування, льотно-випробувальна станція, авіаційна техніка.

Abstract: the study of improving the methods of testing aircraft at flight test stations (FTS) is aimed at increasing the efficiency, reliability and safety of aircraft testing. The paper discusses modern approaches, including automation of data collection and analysis, modernization of test equipment, use of simulations and digital models, and implementation of big data analysis methods to improve testing processes. The proposed measures allow to optimize test procedures, reduce the influence of the human factor, increase the accuracy of results and ensure compliance with international standards, which, in turn, contributes to the development of the aviation industry in Ukraine.

Key words: test methods, flight test station, aviation equipment.

В Україні існують авіаремонтні заводи та авіаремонтні підприємства на яких виконуються випробування повітряних суден на льотно-випробувальних станціях. В роботі проведено всебічний аналіз методів та методик, які використовуються на даних підприємствах.

В ході аналізу виявлено, що неактуальність використання існуючих способів випробування повітряних суден потребують зміни. Розглядаючи проблему далі, було намічено ключові шляхи, які дозволять суттєво вплинути на методику випробування повітряних суден на льотно-випробувальних станціях, а саме:

- встановлення сучасних систем збору даних, які автоматично фіксують усі необхідні параметри під час польотів (використання спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу польотних даних та побудови звітів на основі зібраної інформації, значно скоротить час обробки і мінімізації людської помилки;

- забезпечення ЛВС сучасним обладнанням, більш точними приладами для вимірювання параметрів, зокрема датчиками тиску, температури, вібрацій і інших характеристик, які мають бути виміряні під час тестів;

- використання технологій дистанційного моніторингу, таких як дрони або мобільні платформи з високоточними камерами і сенсорами для оцінки зовнішніх параметрів літака під час польоту;

- використання цифрових моделей літаків для попередньої оцінки поведінки літальних апаратів, (це дозволить мінімізувати витрати та час на фактичні польоти);

- встановлення платформи для збирання та обробки великих обсягів даних, які накопичуються під час випробувань (це дозволить точніше прогнозувати зношуваність деталей, виявляти тенденції та аномалії);

- впровадження системи штучного інтелекту для аналізу даних, що надасть можливість швидше визначати проблеми в системах повітряних суден;

- створення онлайн-платформи для обміну знаннями та досвідом між спеціалістами ЛВС в Україні та за кордоном.
- співпраця з міжнародними авіаційними організаціями, такими як EASA і FAA, для підвищення рівня сертифікації методик і результатів випробувань.
- розробка і впровадження стандартів, які відповідають міжнародним вимогам, підвищать якість та конкурентоспроможність українських ЛВС на світовому ринку.

Запропоновані покращення методик випробувань повітряних суден на льотно-випробувальних станціях України мають значний потенціал для підвищення якості, швидкості та ефективності цих процесів. Такі впровадження не тільки зменшують ризик людських помилок, але й забезпечують більш точну фіксацію параметрів польоту та об'єктивність випробувань. Це дозволяє інженерам швидше виявляти та виправляти технічні недоліки, що підвищує надійність і безпеку авіаційної техніки. Реалізація запропонованих методів та методик не тільки підвищить рівень технологічної досконалості українських ЛВС, але й зміцнить їх позиції як центрів високоякісних льотно-випробувальних послуг, що відповідають найвищим вимогам авіаційної галузі.

Список використаних джерел:

1. Наказ міністра оборони № 343 від 05.07.2016 року. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. – К. 2016. – 256 с.
2. Відновлення та технології військового ремонту повітряних суден : навч. посіб. / В. О. Іванюк, О. В. Гальчун, О. М. Трошін, В. М. Стадніченко. – Х.: ХНУПС, 2018. – 164 с.
3. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів. Під ред. А.П. Кудріна. – К.: НАУ, 2002. – 492 с.
4. Технологія літакобудування: підруч.: у 2 ч. Ч. 1. Типові технологічні процеси виготовлення деталей літальних апаратів / [А. П. Кудрін, М. С. Кулик та ін.]; за ред. М. С. Кулика. – К.: НАУ, 2009. – 368 с.
5. Наказ МОУ № 832 від 06.12.2012 Про затвердження Положення про льотно-випробувальну роботу в Міністерстві оборони України.
6. Наказ МОУ № 2 від 05.01.2015 Про затвердження Правил виконання польотів державної авіації України.

Круць Олександр Анатолійович – доцент кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: oleksander.kruts@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>.

Бурденюк Віталій Олексійович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: vitalikbyrdenyk@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5968-0600>.

Kruts Oleksandr Anatoliiovych – associate Professor of the Department of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: oleksander.kruts@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>.

Burdeniuk Vitalii– a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: vitalikbyrdenyk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5968-0600>.

М. Ю. Рог, О. Б. Аніпко

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ПОПОВНЕННЯ ЗІР ДОСТАВКИ РЕСУРСІВ НА ОСНОВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛУ-МАРКОВАНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНОМУ ЛАНЦЮГУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

Анотація: сучасні умови авіаційної індустрії вимагають високої ефективності технічного обслуговування повітряних суден, що включає в себе оперативну доставку необхідних ресурсів і забезпечення безперебійної роботи авіапарку. Одним із ключових аспектів у забезпеченні стабільної експлуатації є мінімізація часу, необхідного для доставки ресурсів, таких як запчастини, паливо, матеріали для технічного обслуговування, а також спеціалізоване обладнання, яке необхідно для виконання ремонтних робіт або планового технічного обслуговування повітряного судна. Проблема оптимізації логістичних процесів доставки ресурсів є складною через велику кількість факторів, що можуть впливати на цей процес, зокрема, зміни у графіках польотів, непередбачувані затримки у постачанні, необхідність швидкої доставки в обмежені терміни та варіативність потреб у ресурсах.

Ключові слова: технічне обслуговування повітряних суден, оперативна доставка ресурсів ремонтні роботи, логістичні процеси, експлуатація повітряних суден, марковська та полу марківської моделі, імовірність, інтенсивність надходження заявок на використання.

Annotation: modern conditions of the aviation industry require high efficiency of aircraft maintenance, which includes the prompt delivery of necessary resources and ensuring the uninterrupted operation of the aircraft fleet. One of the key aspects in ensuring stable operations is minimizing the time required to deliver resources such as spare parts, fuel, maintenance materials, and specialized equipment that is required to perform repairs or routine maintenance on an aircraft. The problem of optimizing logistics processes for the delivery of resources is complex due to the large number of factors that can affect this process, in particular, changes in flight schedules, unpredictable delays in delivery, the need for rapid delivery in limited terms, and the variability of resource needs.

Keywords: aircraft maintenance, prompt delivery of resources, repair work, logistics processes, aircraft operation, Markov and semi-Markov models, probability, intensity of requests for use.

Наведені вище фактори впливають на інтенсивність вичерпаних ресурсів літака. У той же час як показують логістичні дослідження суттєво змінюють час замовлення відповідного ресурсу, можливо тому виникає завдання щодо визначення мінімального часу доставки зір, для забезпечення заданої оперативності обслуговування повітряного судна. Слід підкреслити особливість щодо обслуговування повітряного судна військового призначення та літаків цивільного призначення, для решти яких добовий наліт складає 18-22 години за умови мінімального їх простою у аеропортах, то для перших найважливіших є підтримання їх справності шляхом високої оперативності обслуговування, оскільки заявки на їх використання може надходити випадково, дуже важкою інтенсивністю. З іншого боку коли такі заявки не надходять об'єкт знаходиться в стані очікування, а також зору технічного експериментування впливає надлишковість у часі.

На основі отриманих результатів моделювання розробимо практичні рекомендації, щодо мінімізації часу доставки ресурсів при технічній експлуатації повітряного судна.

Для вирішення цих проблем необхідно розробити ефективну модель, яка дозволяє враховувати різноманітні чинники та оптимізувати час доставки. Одним з перспективних підходів є використання полу-марковських моделей, враховуючи непередбачуваність і варіативність у постачанні ресурсів. Проблема оптимізації часу доставки ресурсів та забезпечення ефективного технічного обслуговування є однією з ключових у логістичних ланцюгах, що обслуговують авіаційні. визначення мінімального часу доставки ресурсів є критично важливим для забезпечення безперервності технічного обслуговування та мінімізації витрат.

Список використаних джерел

1. Остромов, А. П. (2018). *Авіаційна техніка: проблеми та рішення*. Київ: Наукова думка.
2. Сидоренко, В. Г. (2017). *Матеріали та технології в авіації*. Харків: ХНУПС.
3. Бондаренко, І. В. (2019). Вплив корозії на експлуатаційні характеристики авіаційних систем. *Журнал авіаційних технологій*, 12(3), 45-52.
4. Коваленко, С. А. (2020). *Технологічні аспекти обслуговування авіаційної техніки*. Львів: Видавництво ЛНУ.
5. Петров, О. М., & Грищенко, Ю. І. (2021). Дослідження втоми матеріалів у авіації. *Науковий вісник НТУ*, 8(4), 67-72.
6. Гончаренко, А. С. (2016). *Авіаційні системи: принципи надійності та безпеки*. Харків: ХНУПС.

Рог Максим Юрійович – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуб м.Харків. e-mail: makimrog@gmail.com.

Олег Борисович Анінко – д-р технічних наук, професор, Професор кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: makimrog@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3678-2529>

Maksim Rog Yuriyovych – Bachelor of Aviation Transport, Masterstudentin, E-Mail: makimrog@gmail.com, Charkiw National University of the Air Force, benannt nach ihr Ivan Kozheduba, Charkiw.

Oleg Borysovych Anipko – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Aviation Engineering, Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3678-2529>

О. М. Олійник, М. І. Свиріпа

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ БОРТОВИХ РЕЄСТРАТОРІВ ПОЛЬОТНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ СТАНУ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ

Анотація: у статті розглядаються можливості застосування даних бортових реєстраторів для прогнозування змін у безпеці польотів транспортних літаків. Оцінено ключові параметри, що впливають на точність прогнозів та виявлення потенційних ризиків. Висвітлено технології аналізу даних, які дозволяють виявляти тенденції та відхилення в експлуатації літаків. Пропонуються рекомендації щодо вдосконалення систем моніторингу та інтеграції реєстраторів з існуючими системами аналізу, що сприятиме підвищенню загальної безпеки польотів. Підкреслюється важливість оперативного оброблення інформації та використання аналітичних інструментів для своєчасного попередження про можливі загрози.

Ключові слова: бортові реєстратори, прогнозування безпеки польотів, аналіз даних, транспортна авіація, моніторинг стану літака, управління ризиками.

Abstract: the article explores the potential use of flight data recorders to forecast changes in the safety of transport aircraft flights. Key parameters influencing the accuracy of predictions and risk identification are assessed. Data analysis technologies that enable detection of trends and deviations in aircraft operation are highlighted. Recommendations are proposed for enhancing monitoring systems and integrating recorders with existing analytical systems, contributing to overall flight safety. The importance of timely data processing and the use of analytical tools to proactively warn of potential threats is emphasized.

Keywords: flight data recorders, flight safety forecasting, data analysis, transport aviation, aircraft condition monitoring, risk management.

Транспортна авіація відіграє вирішальну роль у забезпеченні перевезень та підтримки військових операцій, особливо в умовах тривалого військового конфлікту. Сучасні транспортні літаки оснащені бортовими реєстраторами, які забезпечують накопичення детальної інформації про польоти. Використання цих даних для прогнозування зміни стану безпеки є одним із пріоритетних напрямків у вдосконаленні управління ризиками в авіації.

Для досягнення поставленої мети пропонується зосередитися на кількох ключових напрямках:

1. Сутність бортових реєстраторів та їх функції: Огляд видів бортових реєстраторів, основних функцій та параметрів, що відслідковуються.
2. Прогнозування змін у стані безпеки польотів: Аналіз підходів до обробки даних, що дозволяють прогнозувати відхилення в експлуатації літака.
3. Ключові ризики та впливові фактори: Розгляд основних факторів, що можуть спричинити ризики при експлуатації літаків.
4. Технології обробки даних: Огляд сучасних технологій для аналізу польотних даних та виявлення критичних ситуацій.
5. Рекомендації щодо інтеграції реєстраторів із системами аналізу: Розробка заходів для підвищення точності прогнозів та попередження аварійних ситуацій.

Висновки: Застосування даних бортових реєстраторів польотних даних відкриває нові можливості для підвищення рівня безпеки транспортних літаків за рахунок вчасного виявлення потенційних загроз.

Список використаних джерел:

1. С. В. Грищенко Авіаційна безпека в Україні: стан та шляхи вдосконалення / С. В. Грищенко, О. В. Драган – 1984.
2. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування /

А.І. Іванов, О.А.Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАИУ,1990.

3. Конструкція літальних апаратів / під ред. К.Д. Туркіна, ч. 1.2. – М: ВВІА ім. проф.Н.Е.Жуковського, 1985.

4. Решетов Д.Н. Деталі машин: учебн. для вузов / Д.Н. Решетов. Вид.3-є, іспр. та перераб. – М.:Машино будівництво, 1976.

Олійник Олег Миколайович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, країна; email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>.

Свиріпа Максим Ігорович – старший технік обслуги обслуговування авіаційно технічного загону військової частини А1850 Івано- Франківськ Україна; email: maxsvyripa@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2554-878X> .

Oliyuk Oleg Mykolayovych – senior lecturer of the department Faculty of Aviation Engineering of Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine;

email: lavrenko@ukr.net ; ORCID: <https://orcid.org/0085-0004-0021-743X>..

Svyrypa Maksym Ihorovych – Senior Service Technician of the Aviation Technical Unit, Military Unit A1850, Ivano-Frankivsk, Ukraine. email: maxsvyripa@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2554-878X> .

Д. В. Нестерова, Ю. О. Миронюк, Ю. В. Георгієв

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ АКУМУЛЯТОНИХ БАТАРЕЙ

Анотація: аналіз використання авіаційних джерел живлення сучасних повітряних суден. Обґрунтування вибору методу та засобу діагностування технічного стану авіаційних джерел живлення. Розробка пропозицій щодо структури контрольно-перевірочної апаратури технічного стану авіаційних акумуляторних батарей.

Ключові слова: акумуляторна батарея (АБ), контрольно-вимірювальна апаратура (КПА), авіаційна техніка (АТ), зарядна акумуляторна станція (ЗАС), повітряне судно (ПС).

Abstract: analysis of the use of aviation power sources of modern aircraft. Justification of the choice of method and means of diagnosing the technical condition of aviation power sources. Development of proposals for the structure of control and inspection equipment for the technical condition of aviation accumulator batteries

Key words: accumulator battery, control and measurement equipment, aviation equipment, charging battery station, aircraft.

Авіаційні акумуляторні батареї є одним з ключових елементів постійного струму системи електропостачання повітряних суден. Вони забезпечують надійне енергопостачання різноманітних систем, особливо під час запуску двигунів, у разі відмови основного джерела живлення, а саме генератора постійного струму, або в умовах аварійних ситуацій. Саме від стабільної роботи та надійності акумуляторних батарей залежить безпека польоту, ефективність роботи авіоніки та інших критично важливих систем.

Діагностика технічного стану авіаційних акумуляторних батарей є невід'ємною частиною процесу технічного обслуговування авіаційної техніки. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення у роботі батарей, попереджати можливі відмови та подовжувати термін їх експлуатації. Враховуючи суворі умови експлуатації, що включають змінні температури, вібрації та високі навантаження, особливо важливо забезпечити належний контроль параметрів акумуляторів..

Бортові акумуляторні батареї призначені:

- для живлення найнеобхідніших систем ПС під час польоту у разі відмови основного джерела постійного струму яким є генератор постійного струму або випрямні пристрої;
- для живлення електричних стартерів і іншої апаратури при автономному запуску АД;
- для живлення обладнання перед зльотом та посадці у разі відключення основного джерела від мережі;
- для перевірки електрообладнання на землі при відсутності аеродромного джерела електроенергії

Акумулятор електрохімічний пристрій в якому хімічна енергія перетворюється на електричну за рахунок окисно-відновних реакцій, що відбуваються на межі розділу електродів та електроліту.

Місткість акумулятора визначається кількістю електричного заряду, який він може віддати при повному розряді. Цей показник вимірюється в ампер-годинах і залежить від кількості активної речовини в пластинах, їхньої площі та товщини, а також від умов роботи акумулятора таких як температура і густина електроліту. В АБ проходить такий процес як саморозряд.

Саморозряд акумулятора – це природний процес, при якому АБ втрачає свою ємність з часом через внутрішні електрохімічні реакції .

Акумуляторні батареї в Повітряних Силах поділяються на:

- свинцево-кислотні, типу 12САМ28, 12САМ55, 12САМ23;
- нікель-кадмієві, типу 20НКБН-25, 20ФР25Н1С-Р, 20КСХ22Р;

На даний час в Повітряних Силах використовують різні методи та прилади діагностування за допомогою яких перевіряють технічний стан АБ, це такі як:

- навантажувальна вилка – призначена для перевірки струму під навантаженням.

- мегаометр – призначений для вимірювання електричних опорів, які знаходяться під напругою.

Для обслуговування свинцево– кислотних авіаційних акумуляторних батарей номінальною напругою 24 В використовується зарядно-розрядний пристрій УЗМ-1-6.

Зарядно-розрядний пристрій типу УЗМ-1-6 – це пристрій, що забезпечує зарядження та розрядження акумуляторних батарей з робочою напругою до 24 В і струмом до 10 А. Прилад має функцію індикації часу зарядження/розрядження з дискретністю 0,1 години в діапазоні від 0 до 25,6 год. Забезпечує автоматичне припинення процесу зарядження при досягненні встановлених часових або напружових параметрів.

Для більш детального аналізу стану акумуляторної батареї використовуються аналізатори.

Аналізатор акумуляторних батарей – це спеціальний прилад, призначений для комплексної оцінки стану акумулятора. Він дозволяє точно визначити його ємність, внутрішній опір, рівень заряду та інші важливі параметри.

Аналізатор акумуляторних батарей дозволяє:

– швидко та точно визначити здатність АБ видати необхідний струм який потрібен для запуску двигуна або живлення іншого обладнання;

– виявити проблеми такі як: сульфатація пластин, корозія, внутрішні короткі замикання та інші дефекти що здатні знижувати ємність та призводять до виходу з ладу акумуляторної батареї;

– забезпечити оцінку даних для виявлення залишкового ресурсу та спланування її заміни.

Для більш ефективного діагностування технічного стану авіаційних акумуляторних батарей пропонується розглянути тестери типу АТЕQ ВСА та ВА 1500.

Тестер АТЕQ ВСА - аналізатор заряду акумуляторних батарей, розроблений для зарядження, розрядження та аналізу всіх типів хімії акумуляторів в авіаційній промисловості. Він розміщений у металевому корпусі з 7-дюймовим сенсорним дисплеєм керування. Всі налаштування та дані можливо вводити за допомогою сенсорного екрану;

Тестер ВА 1500 - це універсальний аналізатор батареї в поєднанні з надійною конструкцією. Він відповідає всім потребам аналізу акумуляторних батарей, як на базових аеродромах так і на позабазових місцях розташування ПС. Інтерфейс даного тестера базується на основі піктограм та дозволяє будь-якому техніку керувати аналізатором електричної батареї.

Список використаних джерел

1. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навчальний посібник / М. Б. Шелест, П. І. Гайда, – С. : Сумський державний університет, 2014.
2. Системи електропостачання повітряних суден : навчальний посібник. / О. Є. Зенович, В. А. Хлоп'ячий, В. М. Кривonos та ін. – Х. : ХНУПС, 2021. – 216 с. Advanced Oxygen Systems for Aircraft (Systemes d'oxygene avarices) Edited by John ERNSTING RAF School of Aviation Medicine and Richard L. MILLER USAF Armstrong Laboratory 1996, 59-61c
3. Акумуляторні тестери [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://ua.electric-test.com/battery-tester/battery-internal-resistance-tester/battery-impedance-meter-internal-resistance.html>
4. <https://www.ateq-aviation.com/products/products-batterytesters/>

Нестерова Діана Володимирівна – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242/1 навчальної групи, Харків, Україна; email: diananesterova29@gmail.com

Миронюк Юлія Олегівна – Харківський Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242/2 навчальної групи, Харків, Україна; email: mironyuk2306@gmail.com

Георгієв Юрій Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net

Nesterova Diana Volodymyrivna – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, cadet of the 242/1 training group, Kharkiv, Ukraine; email: diananesterova29@gmail.com

Yulia Olehivna Myronyuk – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, cadet of the 242/2 training group, Kharkiv, Ukraine; email: muronyk2306@gmail.com

Georgiev Yuriy Viktorovych – Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net

О. А. Круць, В. О. Погорелов

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА

Анотація: в даній роботі проводяться дослідження напрямків покращення паливної ефективності транспортного літака Ил-76. Транспортна авіація є однією з основних складових Повітряних Сил Збройних Сил України і призначена для своєчасного підтримання життєдіяльності та боєготовності військових частин, виконання завдань і завдань, необхідних для ведення мирних і військових дій на регіональний, міжрегіональний та стратегічний рівні. Тому сучасний військово-транспортний літак (ВТЛ) повинен характеризуватися великою дальністю польоту з максимальним корисним навантаженням, мати можливість здійснювати посадку на малих висотах, здійснювати зліт і посадку на невідготовлені наземні смуги обмеженого розміру.

Ключові слова: покращення, паливна ефективність, транспортний літак

Abstract: in this work, research is being conducted on ways to improve the fuel efficiency of a transport aircraft Ил-76. Transport aviation is one of the main components of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine and is intended for the timely maintenance of vital activity and combat readiness of military units, the performance of tasks and tasks necessary for the conduct of peace and military operations at the regional, interregional and strategic levels. Therefore, a modern military transport aircraft (MTA) should be characterized by a long flight range with a maximum payload, be able to land at low altitudes, take off and land on unprepared land strips of limited size.

Key words: improvement, fuel efficiency, transport aircraft

На озброєні авіації Повітряних Сил ЗС України стоїть транспортний літак Ил-76. Провівши порівняльний аналіз з літаками аналогами інших країн світу було встановлено що показники паливної ефективності Ил-76 гірші ніж у більш сучасних військово-транспортних літаках. На літаку Ил-76 встановлені 4 турбореактивних двоконтурних двигуна Д-30КП II серії, з тягою по 12 000 кгс кожен. Двигун Д-30КП-II – турбореактивний, двоконтурний, зі зміщенням потоків зовнішнього і внутрішнього контурів, двох вальний, з реверсивним пристроєм.

Для покращення паливної ефективності в роботі запропонована модернізація основної камери згорання авіаційного двигуна Д-30КП за рахунок вдосконалення паливної форсунки а саме розміщення в середині її каналу основного контуру розділювальної трубки. Таким чином вдосконалення підвищить надійність паливної відцентрової двоконтурної форсунки шляхом виключення коксування палива в каналах форсунки, підвищення повноти згорання та компенсації її теплової деформації.

В існуючій роботі проведені розрахунки коефіцієнту паливної ефективності (К) за формулою:

$$k = \frac{Q}{m_{\text{ван}} \times L}$$

об'єм бака (Q); максимальну масу вантажа ($m_{\text{ван}}$); довжина польоту (L).

За рахунок модернізації збільшиться повнота згорання палива в камері згорання що значно покращить паливну ефективність літака. Це в свою чергу вплине на таку характеристику як дальність та тривалість польоту, що є актуальним у сучасному світі.

Створення літаків нового покоління вимагає вирішення складних економічних завдань в умовах суперечливого набору різноманітних ситуацій, пошуку раціональних компромісів. Тому, враховуючи сучасну економічну ситуацію в Україні, розвиток військово-транспортної авіації в основному здійснюється в напрямку модернізації наявної авіаційної техніки та додання їй деяких властивостей техніки нового покоління.

Список використаних джерел:

1. Наказ міністра оборони № 343 від 05.07.2016 року. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. – К. 2016. – 256 с.
2. Відновлення та технології військового ремонту повітряних суден : навч. посіб. / В. О. Іванюк, О. В. Гальчун, О. М. Трошін, В. М. Стадниченко. – Х.: ХНУПС, 2018. – 164 с.
3. Відновлення бойової авіаційної техніки. Під ред. В. К. Стасенкова. – К.: КІ ВПС. 1995. – 334 с.
4. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів. Під ред. А.П. Кудріна. – К.: НАУ, 2002. – 492 с.
5. Основи трибології. Під ред. В. А. Войтова. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.
6. Технологія літакобудування: підруч.: у 2 ч. Ч. 1. Типові технологічні процеси виготовлення деталей літальних апаратів / [А. П. Кудрін, М. С. Кулик та ін.]; за ред. М. С. Кулика. – К.: НАУ, 2009. – 368 с.
7. Технологія літакобудування: підруч.: у 2 ч. Ч. 2. Типові технологічні процеси складально-монтажних робіт та випробувань при виготовленні літальних апаратів / [А. П. Кудрін, М. С. Кулик, Г. М. Зайвенко та ін.]; за ред. М. С. Кулика. – К.: НАУ, 2012. – 304 с.
8. Бойовий досвід застосування військових частин та підрозділів родів військ ПС ЗС України (збір. мат. за результатами участі ПС ЗС України в ході АТО на сході України): збірник матеріалів / С. С. Дроздов, В. В. Коваль, О. С. Котляр та ін.; під заг. кер. Ю. А. Байдака. – Вінниця: Командування ПС ЗС України, 2015. – 156 с.

Круць Олександр Анатолійович – доцент кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: oleksander.kruts@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>

Погорелов Вадим Олександрович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: vadym.pogorielov@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5968-0600>

Kruts Oleksandr Anatoliiovych – associate Professor of the Department of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: oleksander.kruts@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>

Pogorielov Vadim – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: vadym.pogorielov@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5968-0600>

Д. Ю. Толстіков, В. І. Лавренко

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА ІЛ-76МД ШЛЯХОМ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАМІНИ ДВИГУНІВ

Анотація: створення нового покоління ЛА вимагає вирішення складних економічних завдань в умовах суперечливої безлічі різних ситуацій, пошуку раціональних компромісів. Тому, враховуючи економічний стан України, що створився, розвиток військово-транспортної авіації в основному здійснюється у напрямі модернізації існуючої авіаційної техніки і додання нею деяких властивостей техніки наступного покоління.

Одним із способів такого підходу є заміна двигуна в системі СУ, яка є найважливішою складовою частиною ЛА. Автором було вирішено задачу покращення тактико-технічних характеристик літака-прототипа саме шляхом ремоторизації на більш сучасний та досконалий двигун.

Заміна Д-30КП на WS-18 дозволяє значно підвищити експлуатаційну ефективність літака за рахунок зниження питомої витрати палива на 15%, збільшення дальності польоту на 18%, збільшення злітної маси на 1%, збільшення вантажопідйомності на 22%, зниження прямих експлуатаційних витрат, можливості експлуатації з високогірних аеродромів і в умовах високих температур. Завдяки заміні сучасних двигунів четвертого покоління WS-18 замість Д-30КП дозволяє значно підвищити експлуатаційну ефективність літака.

Ключові слова: заміна двигуна, модернізація авіаційної техніки, експлуатаційна ефективність

Annotation: the creation of a new generation of aircraft requires solving complex economic problems in a contradictory set of different situations and finding rational compromises. Therefore, given the current economic situation in Ukraine, the development of military transport aviation is mainly aimed at modernizing existing aircraft and making them possess certain properties of the next generation.

One of the ways of such an approach is to replace the engine in the avionics system, which is the most important component of the aircraft. The author has solved the problem of improving the tactical and technical characteristics of the prototype aircraft by remotorizing it with a more modern and advanced engine.

The replacement of the D-30KP with the WS-18 can significantly improve the operational efficiency of the aircraft by reducing specific fuel consumption by 15%, increasing the flight range by 18%, increasing the takeoff weight by 1%, increasing the payload by 22%, reducing direct operating costs, and allowing operation from high mountain airfields and in high temperature conditions. By replacing the D-30KP with modern fourth-generation engines, the WS-18 can significantly improve the aircraft's operational efficiency.

Key words: engine replacement, aircraft modernization, operational efficiency

Вибір двигуна необхідно обґрунтувати для того, щоб визначити переваги і недоліки обраного прототипу порівняно з сучасними подібними силовими установками інших країн, що в свою чергу дозволить визначити рівень конкурентоспроможності даного двигуна. Таким чином необхідно зібрати статистичні дані декількох подібних літальних апаратів і порівняти їх з характеристиками прототипа. Для того, щоб провести порівняльний аналіз двигунів які встановлюються на вище сказаних літальних апаратах, їх основні тактико-технічні данні зведемо у таблицю 1.1, на основі цієї таблиці проведемо порівняльний аналіз для вибору конструктивно-компанувальної схеми.

Для вибору двигуна який відповідає цим вимогам необхідно порівняти газодинамічні, температурні та тягові характеристики різних двигунів одного типу. Ця задача вирішується вибором найбільш оптимального та порівняно кращого з пропонованих двигунів, які порівнюються в таблиці порівняльних характеристик.

Досконалість двигуна можна характеризувати абсолютними і питомими параметрами. Абсолютні величини характеризують розмірність двигуна, а питомі рівень технічної

досконалості.

На двигуні Д-30 основна камера згорання являється димною і не задовольняє жорстким нормам ІСАО, тому необхідно модернізувати камеру згорання шляхом встановлення на двигун малодимної та малоємісної камери згорання, це дасть змогу знизити викид шкідливих речовин в атмосферу, підвищити повноту згорання в камері згорання.

Серед основних напрямків розвитку сучасних двигунів слід відзначити збільшення тягових характеристик двигунів, шляхом модернізації ОКЗ(підвищення T^*_r). Не дивлячись на це з кожним роком стають все більш жорсткими норми ІСАО, тому встановлюють на двигуни малоємісні та малодимні камери згорання, щоб зменшити шкідливі викиди в атмосферу.

Дана робота показує один із шляхів покращення ККД характеристик двигуна, шляхом модернізації основної камери згорання.

Вибрано конструктивно-компанувальну схему двигуна, яка дозволяє створити необхідні параметри, потрібні для силової установки сучасного винищувача, для забезпечення надійної роботи двигуна на всіх режимах роботи існують такі основні системи: система змащення, паливостачання, система автоматичного регулювання.

Проведено дослідження шляхів покращення льотно-технічних характеристик винищувача шляхом модернізації ОКЗ двигуна.

Запропоновано модернізувати основну камеру згорання двигуна Д-30, а саме збільшити тягу, шляхом збільшення температури газу перед турбіною, це можливо реалізувати шляхом встановлення на двигун багатозонної камери згорання, ще це дасть можливість знизити шкідливі викиди в атмосферу.

На основі отриманих результатів розрахунку в програмі «АСТРА» та їх аналізу визначено, що для модернізованого двигуна в порівнянні з двигуном прототипом P збільшилась з 49,4 кН до 54 кН.

Розглянуто питання технічного обслуговування модернізованого літака, а саме модернізованої камери згорання та ще розглянуто конструкційні матеріали з яких виготовляється камери згорання.

Список використаних джерел:

1. Конструкция летательных аппаратов - Ч 1, 2. Под ред. К. Д. Туркина - М.: ВВВА им. Н. Е. Жуковского, 1985.
2. Конструкция авиационных газотурбинных двигателей /А.В. Штода, В.А. Секистов, В.В. Кулешов/, Киев, КВВАИУ. 1982.
3. Шевченко С.В., Тарасцев А.Г. Конструкция и прочность летательных аппаратов.

Толстіков Денис Юрійович – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуб м.Харків, e-mail: d9234901@gmail.com

Лавренко Валерій Іванович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,

Tolstikov Denys - Bachelor of Aviation Transport, Master's student, e-mail: d9234901@gmail.com, Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkiv.

Lavrenko Valerii Ivanovych - Senior Lecturer at the Department of Aviation Engineering, Faculty of Aviation, Kharkiv National Air Force University named after I. Kozhedub

С. А. Плешкунов, В. В. Попов

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФЮЗЕЛЯЖУ
ВЕРТОЛЬОТУ МІ-8 ПРИ ГРУБІЙ ПОСАДЦІ**

Анотація: дана робота присвячена розробці заходів щодо підвищення надійності фюзеляжу вертольоту Мі-8 в умовах аварійної (грубої) посадки. Висока інтенсивність використання вертольотів Мі-8 в цивільних та військових умовах вимагає нових підходів до підвищення міцності фюзеляжу для мінімізації ризиків аварій та зменшення пошкоджень при аварійних посадках. У рамках дослідження проводиться аналіз типових пошкоджень фюзеляжу, що виникають під час жорсткої посадки, визначаються основні конструктивні та експлуатаційні фактори, які впливають на стійкість фюзеляжу, і пропонуються заходи з оптимізації конструкції та процесів обслуговування. Результати роботи можуть бути застосовані для підвищення надійності вертольотів у критичних ситуаціях, що сприятиме зниженню експлуатаційних витрат і збільшенню безпеки польотів.

Ключові слова: фюзеляж, надійність, вертоліт, ремонт, експлуатація.

Abstract: this work is dedicated to developing measures for enhancing the reliability of the Mi-8 helicopter fuselage during hard landings. The high operational intensity of Mi-8 helicopters in both civilian and military conditions necessitates new approaches to improving fuselage strength to minimize accident risks and reduce damage during emergency landings. This study analyzes typical fuselage damage that occurs during hard landings, identifies key design and operational factors impacting fuselage resilience, and proposes measures for optimizing the structure and maintenance processes. The results of this work can be applied to improve the reliability of helicopters in critical situations, contributing to reduced operational costs and enhanced flight safety.

Keywords: fuselage, reliability, helicopter, repair, operation.

Під час збройної агресії з боку російської федерації питання справності та надійності вертольоту Мі-8 стало критично важливим. Вертоліт часто використовується в небезпечних умовах, де від його міцності і надійності може залежати не лише успішність виконання бойових завдань, а й життя екіпажу та пасажирів. Сучасні експлуатаційні умови значно підвищують вимоги до фюзеляжу вертольоту, оскільки він є одним із основних елементів, що приймає на себе навантаження при аварійній або вимушеній посадці. Такі посадки можуть відбуватися як через пошкодження в бою, так і через загрозу ураження чи механічні несправності.

В умовах екстреної посадки або швидкого приземлення в зоні бойових дій фюзеляж зазнає сильних ударних навантажень, що може призвести до суттєвих пошкоджень. Це зумовлює необхідність розробки інноваційних підходів до експлуатації, обслуговування та удосконалення конструкції фюзеляжу для підвищення його надійності. Особливе значення має вивчення типових пошкоджень фюзеляжу, які виникають під час жорстких посадок, та визначення шляхів їх мінімізації, що дозволить знизити ризики аварій, збільшити термін служби вертольоту та підвищити загальну ефективність його бойового застосування.

Крім того, створення та впровадження заходів для підвищення надійності фюзеляжу вертольоту Мі-8 є актуальним завданням для сучасної авіаційної галузі. Такі заходи передбачають проведення комплексного аналізу конструктивних особливостей фюзеляжу, визначення слабких місць, які піддаються найбільшим ризикам при жорстких посадках, та розробку рішень, спрямованих на підвищення міцності матеріалів і покращення якості обслуговування. Вирішення цих завдань допоможе підвищити рівень безпеки польотів, зменшити частоту аварійних ситуацій та знизити витрати на ремонт і підтримку вертольотів.

Метою цієї роботи є розробка та впровадження ефективних заходів, спрямованих на покращення надійності фюзеляжу вертольоту Мі-8, враховуючи його експлуатаційні навантаження та особливості, пов'язані з жорсткою посадкою.

Об'єктом дослідження є фюзеляж вертольоту Мі-8, його особливості конструкції, робочі характеристики та надійність при аварійних посадках.

Предмет дослідження включає пошкодження фюзеляжу вертольоту Мі-8, причини їх виникнення та заходи, які сприятимуть покращенню надійності фюзеляжу при жорстких

посадках.

Основні завдання дослідження - проаналізувати конструкцію фюзеляжу вертольоту Мі-8, визначивши ключові фактори, що впливають на його надійність під час жорсткої посадки; – вивчити типові ушкодження та дефекти фюзеляжу в експлуатаційних умовах і провести статистичний аналіз пошкоджень, які трапляються при грубих посадках; – дослідити вплив жорсткої посадки на експлуатаційні характеристики фюзеляжу і встановити основні види пошкоджень, що виникають за таких обставин; – розробити заходи для підвищення надійності фюзеляжу, включаючи нові конструкційні рішення та вдосконалення систем обслуговування і ремонту; – провести аналіз запропонованих заходів, оцінюючи їх ефективність та економічну доцільність.

Дослідження факторів, що впливають на надійність фюзеляжу вертольоту Мі-8 в умовах аварійної посадки показав, що одним із ключових елементів, які визначають міцність конструкції, є шпангоути — основні поперечні елементи каркаса фюзеляжу, які приймають значне навантаження під час жорсткої посадки. З метою підвищення надійності фюзеляжу та зниження ризику серйозних пошкоджень було запропоновано підвищити міцність шпангоута за рахунок додаткових накладок зокрема в точках стику основних частин фюзеляжу де можливі тріщини або деформації, також інтеграція амортизуючих систем, які зменшать силу удару під час аварійної посадки. Розроблені рекомендації що до діагностики більш напружених елементів фюзеляжа.

Застосування запропонованих заходів підвищить надійність та безпеку польотів.

Список використаних джерел:

1. Пономарьова О. М. Аеродинаміка та міцність конструкцій вертольотів. Київ: Кондор, 2014.
2. Скляр П. Е., Зубарев А. Н. Застосування композитних матеріалів для підвищення міцності конструкцій фюзеляжів вертольотів, Матеріали і конструкції в машинобудівництві, 2019, №5, 22-29 с.
3. Борисенко М. В. Дослідження процесів пошкодження фюзеляжів вертольотів при грубій посадці. Наукові праці Національного авіаційного університету, 2018, №4, 27-32с.

***Плешкунов Сергій Анатолійович**, старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-0733-4535>, електронна адреса: pleshkunov70@ukr.net*

***Попов Вадим Володимирович**, слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0009-0003-1566-8054>, електронна адреса: vp754511@gmail.com*

***Pleshkunov Serhii**, Senior Lecturer Department of Engineering and Aviation Support of the Aviation Engineering Faculty Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, <https://orcid.org/0009-0003-1566-8054>, e-mail: pleshkunov70@ukr.net*

***Vadym Popov**, student of the Aviation Engineering Faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, <https://orcid.org/0009-0003-1566-8054>, e-mail: vp754511@gmail.com.*

В. В. Погребний, О. Б. Аніпко

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ВИХІДНИХ ГАЗІВ ГТД ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМНОСТІ ЛІТАКА МІГ-29

Анотація: у даній доповіді досліджено закономірності змін температури вихідних газів газотурбінного двигуна (ГТД) літака МіГ-29 з метою прогнозування показників його паливної економічності. У рамках дослідження застосовуються сучасні методи аналізу, параметри C_4 (температура газів за турбіною) та інструменти обробки великих обсягів даних, що сприяє підвищенню точності прогнозів і прийняттю обґрунтованих рішень щодо технічного обслуговування та управління ресурсами двигунів.

Ключові слова: газотурбінний двигун, температура газів за турбіною, МіГ-29, прогнозування, оптимізація, ефективність, діагностика, технічне обслуговування.

Abstract: this report investigates the regularities of changes in the temperature of the exhaust gases of the MiG-29 gas turbine engine (GTE) in order to predict its fuel efficiency. The study uses modern methods of analysis, C_4 parameters (turbine gas temperature) and tools for processing large amounts of data, which contributes to improving the accuracy of forecasts and making informed decisions on maintenance and management of engine resources.

Keywords: gas turbine engine, turbine gas temperature, MiG-29, forecasting, optimisation, efficiency, diagnostics, maintenance.

Температура вихідних газів газотурбінного двигуна (ГТД) літака МіГ-29 є одним з найважливіших експлуатаційних параметрів, який визначає ефективність роботи двигуна, його надійність та впливає на паливну економічність авіаційної системи. Урахування і дослідження закономірностей змін цього показника є необхідним для забезпечення ефективної експлуатації та своєчасного технічного обслуговування авіаційної техніки. Мета цього дослідження полягає в розробці моделей і методів для прогнозування змін паливної економічності на основі аналізу температури вихідних газів за турбіною

Теоретичне підґрунтя дослідження спирається на фізичні закони термодинаміки і принципи роботи газотурбінних установок. Під час згоряння паливної суміші у камері згоряння ГТД утворюються високотемпературні вихлопні гази, температура яких прямо залежить від умов згоряння, якості палива, рівномірності його подачі та загального технічного стану двигуна. Однак зміни температури можуть бути спричинені як поступовим зношенням компонентів двигуна, так і впливом зовнішніх факторів, таких як навколишнє середовище або характерні режими роботи (наприклад, форсований режим при бойових маневрах або крейсерська швидкість у патрулюванні).

Емпіричний аспект дослідження полягає у зборі великого обсягу даних про температуру вихідних газів під час різних режимів роботи ГТД. Ці дані можна отримати за допомогою високочутливих датчиків, встановлених у системі вихлопу, та систем автоматичного реєстрування параметрів польоту. Важливим завданням є забезпечення достовірності та репрезентативності зібраних даних, що включає контроль умов експерименту та аналіз впливу

змінних факторів, які можуть призвести до викривлень. Зібрані дані піддаються попередній обробці, очищенню від аномальних значень і систематизації.

Прогнозування впливу температури вихідних газів на паливну економічність є важливим етапом дослідження. На основі отриманих моделей здійснюється оцінка того, як зміни температури можуть впливати на витрату палива в різних режимах експлуатації. Наприклад, робота двигуна при підвищеній температурі вихідних газів може свідчити про зниження його термодинамічного КПД і необхідність збільшення витрати палива для підтримки необхідної потужності. Завдяки прогнозним моделям можна оптимізувати режими роботи двигуна таким чином, щоб зменшити витрату палива при збереженні необхідних льотних характеристик літака.

Аналіз впливу на ресурс двигуна дозволяє зрозуміти, як тривала робота при певних температурних умовах може призводити до зношення критичних компонентів ГТД, таких як

лопатки турбіни, камери згоряння або підшипникові вузли. Високі температури створюють додаткове навантаження на матеріали, викликаючи їх старіння та втому. Точні прогностичні моделі допомагають передбачити можливе пошкодження компонентів і дозволяють скласти більш ефективні графіки технічного обслуговування, що забезпечить високу надійність двигуна і зменшить ризик відмов під час виконання польотних завдань.

Практичне значення цього дослідження полягає в розробці рекомендацій для оптимізації експлуатаційних режимів ГТД літака МіГ-29, що дозволить зменшити витрати палива та підвищити ефективність використання ресурсу двигуна.

Використання прогностичних моделей і аналізу у реальному часі сприятиме прийняттю рішень щодо технічного обслуговування, зменшенню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної бойової готовності. Результати дослідження можуть бути інтегровані в системи управління технічним станом літаків, що дозволить автоматизувати процеси моніторингу і зробити управління авіаційними ресурсами більш ефективним.

У підсумку, дослідження закономірностей зміни температури вихідних газів ГТД забезпечить глибше розуміння впливу цього параметра на паливну економність і надійність двигуна, відкриваючи нові можливості для вдосконалення експлуатації літаків МіГ-29. Це дослідження має стратегічну важливість для авіаційної галузі, оскільки сприяє підвищенню ефективності використання авіаційної техніки, забезпеченню безпеки польотів і зменшенню впливу на навколишнє середовище за рахунок раціонального використання паливних ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Авіаційні газотурбінні двигуни: Теорія та практика / Під ред. І. М. Іванова. – Київ: Вид-во НАУ, 2018. – 512 с.
2. Блохін, В. А. Основи теорії та проектування газотурбінних установок. – Харків: ХАІ, 2015. – 384 с.
3. Smith, J. R., and Johnson, K. L. Gas Turbine Performance Analysis. – Cambridge: Cambridge University Press, 2020. – 412 p.
4. Черняк, О. В. Теплові процеси в ГТД: Методичні підходи та практичні рекомендації / Вісник машинобудування. – 2018. – № 5. – С. 34-42
Кравчук А. П. Авіаційні двигуни: конструювання та експлуатація. – Дніпро: ДНУ, 2019. – 300 с.

***Погребний Владислав Вікторович** – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, e-mail: pogrebniy.vlad1902@ukr.net , Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м.Харків.*

***Олег Борисович Аніпко** – д-р техн. наук, професор, Професор кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м.Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3678-2528>*

***Pohrebnyi Vladyslav Victorovich** - Bachelor's degree in Aviation Transport, Master's student, e-mail: pogrebniy.vlad1902@ukr.net, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv.*

***Oleg Borysovych Anipko** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Aviation Engineering, Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3678-2528>*

В. П. Косенко, В. В. Калачова, О. М. Місюра, Н. Є. Сальна, І. В. Кірієнко

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ ВИТРАТ НА УТРИМАННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ДІЇ ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОЄННОГО СТАНУ

Анотація: запропоновано методику розрахунку вартості витрат на утримання озброєння та військової техніки, удосконалено наявні інструментарії (моделі, сукупності компонент та методики) розрахунку вартості витрат на утримання озброєння та військової техніки.

Ключові слова: Збройні Сили України, Сили оборони України, озброєння та військова техніка, методика розрахунку вартості витрат на утримання ОВТ.

Abstract: a method of calculating the cost of maintenance costs of arms and materiel was proposed, and the available tools (models, sets of components, and methods) for calculating the cost of maintenance costs of arms and materiel were improved.

Keywords: Armed Forces of Ukraine, Defense Forces of Ukraine, arms and materiel, method of calculating the cost of maintenance costs of arms and materiel.

Одинадцятий рік триває війна рф проти України. Колосальні втрати особового складу армії рф, які вже перетнули позначку в 700 тисяч осіб, та знищення величезної кількості їх військової техніки, поки ще не змогли зупинити ненажерливого ворога, який поставив за мету стерти з мапи світу нашу країну і винищити українську націю, як таку. Весь цей час (особливо після початку повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 року) пліч-о-пліч з Україною стало багато країн світу і міжнародних організацій. Найбільшу допомогу наша держава отримує від країн-членів ЄС та НАТО, повноправним членом яких, наша країна прагне стати, що закріплено в нашій Конституції.

Перемога України напряду залежить від бойових спроможностей Сил оборони України, та зокрема, Повітряних Сил Збройних Сил (ПС ЗС) України. У ході виконання завдань за призначенням, ПС ЗС України застосовують сучасні зразки озброєння та військової техніки (ОВТ), як власного виробництва, так і країн-партнерів. Однією із основних умов успішного виконання військовими частинами та підрозділами ПС ЗС України визначених завдань за призначенням, є своєчасне і повне їх забезпечення необхідним ОВТ і подальше утримання цього ОВТ на гідному рівні. Вирішення цих завдань покладається на систему логістичного забезпечення ПС ЗС України, однією із функцій якої і є забезпечення та утримання ОВТ. Тому питання щодо удосконалення існуючої методики розрахунку вартості витрат на утримання ОВТ в умовах воєнного стану є як ніколи актуальним.

Проведений аналіз організації логістичного забезпечення ПС ЗС України в напрямку утримання ОВТ показав, що під процесом утримання зразка ОВТ розуміють підтримання його властивостей на потрібному рівні, яке забезпечується проведенням визначеної низки процесів на ньому за період його життя. Основними з цих процесів є: використання за прямим призначенням, зберігання, технічне обслуговування, військовий ремонт, регламентні (профілактичні) роботи, контроль технічного стану та інші роботи, необхідні для збереження властивостей зразка на потрібному рівні.

Зразки ОВТ можна поділити на дві групи: одноразового використання (ракети, снаряди, боєприпаси) та багаторазового використання (літаки, кораблі, пускові установки, танки, бойові машини піхоти, бронетранспортери та ін.). Для другої групи зразків ОВТ характерна наявність кількох циклів використання, які відділені один від одного капітальним ремонтом. Тому, етап експлуатації життєвого циклу для зразків ОВТ багаторазового використання складається з ряду циклів експлуатації, які розділені часом проведення капітальних ремонтів у кількості на один менше ніж кількість циклів експлуатації [1, 2, 3].

Взагалі, вартість утримання ОВТ (вартість життєвого етапу експлуатації) складається з вартості всіх циклів експлуатації зразка ОВТ. Вартість утримання зразка ОВТ або групи зразків містить у собі вартості усіх процесів його життєдіяльності в умовах воєнного стану, а саме: витрати на технічне обслуговування зразка ОВТ; витрати на збереження ОВТ та її сезонне

обслуговування за різних видів зберігання; сумарна вартість початкових витрат, пов'язаних з освоєнням і нормальною експлуатацією зразка ОВТ; витрати на утилізацію ОВТ, які знімаються з озброєння, пошкоджених в результаті влучання ворожих зразків ОВТ одноразового використання чи у яких закінчився ресурс використання. В свою чергу, під витратами на відновлення зразку ОВТ, для зразку ОВТ, який використовується, може вважатися вартість його військового ремонту або витрати на закупівлю та модернізацію ОВТ [1].

В свою чергу, витрати на технічне оснащення будь-якого військового формування (ВФ) за визначений період можна представити як суму сум вартості закупівлі техніки для ВФ та вартості доставки до району розташування ВФ за всіма типами ОВТ, де сума вартості закупівлі техніки для ВФ є значенням, яке залежить від таких складових, як: вартість закупівлі одного зразку кожного окремого типу ОВТ; штатна чисельність зразків ОВТ кожного типу в ВФ; коефіцієнт укомплектованості ВФ зразками ОВТ кожного типу по відношенню до їх штату на цей період в відсотках; коефіцієнт наявності зразків ОВТ кожного типу в ВФ на час його оновлення в відсотках; коефіцієнт зносу (відпрацювання ресурсу) ОВТ кожного типу в відсотках (коефіцієнт враховується у випадках поставок ОВТ, що була в експлуатації) [2, 4].

Тобто, для будь-якого ВФ загальні витрати на утримання ОВТ можна представити у вигляді залежності наступних компонент: коефіцієнт, який враховує ступінь укомплектованості (наявності) ВФ зразками кожного типу ОВТ; коефіцієнт, що враховує частку зразків ОВТ кожного типу, які потрібно відновлювати у ВФ модернізацією наявних зразків чи закупки нових; витрати на зняття із зберігання зразка ОВТ кожного типу; витрати на постановку кожного типу ОВТ на зберігання; коефіцієнт, що враховує частку зразків ОВТ кожного типу, які підлягають до знімання їх зі зберігання; коефіцієнт враховуючий частку ОВТ кожного типу, які підлягають постановці їх на зберігання; коефіцієнт, що враховує частку зразків ОВТ кожного типу, які підлягають утилізації.

Математичну ж модель витрат на ОВТ будь-якого ВФ можна представити у вигляді матричної моделі, де кожний елемент матриці є витратами на відповідному циклі експлуатації одного з багатьох типів зразків ОВТ, представлених у ВФ. Ці витрати, в свою чергу, мають також свої методики підрахунків [5, 6].

Під обсягом витрат на той чи інший цикл життєдіяльності зразка ОВТ розуміють витрати певних матеріальних ресурсів: ПММ, електричної енергії, комплектів ЗІП та ін. Кількісні показники цих витрат встановлюються згідно з нормативними документами. Складання ж, в перспективі, вартісної бази за кожним типовим ВФ, що входять до складу ЗС України, надасть можливість швидкого і оперативного розрахунку потреб щодо утримання ОВТ для кожного ВФ.

Таким чином, удосконалення існуючої методики розрахунку вартості витрат на утримання ОВТ в умовах воєнного стану, зможе надати можливість системі логістичного забезпечення ПС ЗС України, чітко та з мінімальними похибками визначати вартості витрат на утримання будь-яких зразків ОВТ, що є невід'ємною складовою процесу оборонного планування щодо розвитку та будівництва ЗС України та процесу планування та ефективного розподілу оборонних ресурсів. **РАЗОМ ДО ПЕРЕМОГИ! СЛАВА УКРАЇНІ!**

Список використаних джерел:

1. Семененко О.М. Погляди щодо методики розподілу фінансових ресурсів на забезпечення Об'єднаних сил швидкого реагування в умовах обмеженого фінансування. // Труди Академії №61. – К.: НАОУ, 2005. – С.19-25.

2. Олійник О.М. Воєнно-економічна безпека: Ресурсний аспект. // Труди Академії №40. – К.: НАОУ, 2002. – с. 282-285.

3. Турганов М.М. Методика обґрунтування раціонального фінансування військових формувань для дослідження необхідного рівня його боєздатності. // Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України №1(26). – К.: ЦНДІ ЗС України, 2004. – С. 94-103.

4. СІПРІ 2002: Щорічник: Озброєння, розброєння та міжнародна безпека: Пер. з англ./Стокгольм. міжнар. ін-т дослідження миру; Укр. центр економ. і політ. досліджень ім.

О.Розумкова; Редкол. укр. вид.: А.Гриценко (головний редактор) та ін. – К.: Заповіт, 2003. – 781 с.

5. Ольшевский В.І. Взаємозв'язок основних принципів воєнного мистецтва і воєнно-економічної стратегії. // Труды Академії №22. – К.: НАОУ, 2000. – с. 23-27.

6. Денєжкін М.М., Семененко О.М., Мороз В.М., Слюсаренко М.О. Пропозиції щодо розроблення механізму та алгоритму раціонального розподілу ресурсів за вартісними показниками розвитку Збройних Сил України. // Збірник Наукових праць ЦНДІ ЗС України №1(31). – К.: ЦНДІ ЗС України, 2005. – С. 17-35.

Косенко Віктор Павлович – науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: vkadres@ukr.net

Калачова Віроніка Валеріївна – канд. техн. наук, доцент, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: vkadres@ukr.net

Місюра Олег Миколайович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, начальник наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: ncps@i.ua

Сальна Наталія Євгенівна – науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: ncps@i.ua

Кірієнко Ігор Вячеславович – науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: ncps@i.ua

Kosenko Victor – Researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, vkadres@ukr.net

Kalachova Vironika – PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Researcher, Leading Researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, vkadres@ukr.net

Misiura Oleh – PhD in Engineering, Senior Researcher, Head of Air Force Scientific Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ncps@i.ua

Salna Natalia – Researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ncps@i.ua

Kirienko Ihor – Researcher of Scientific Research Department of Air Force Scientific Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ncps@i.ua

В. М. Чмир

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ОРГАНІВ ДЕРЖПРИКОРДОНСЛУЖБИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ

Анотація: значним фактором в забезпеченні надійної охорони і оборони кордонів України є всебічне забезпечення та ефективне використання технічних засобів охорони кордону, в тому числі автомобільної техніки (АТ).

В дослідженні проаналізовано проблеми щодо вдосконалення та розвитку системи забезпечення та підвищення надійності АТ в органах Держприкордонслужби України та встановлено відсутність чіткої та цілеспрямованої системи управління даним забезпеченням, з урахуванням його безпечного стану, а також раціональних підходів щодо наукового обґрунтування проблематики даного питання, що відповідно потребує детальнішого дослідження.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що впровадження в ремонтних підрозділах органів Держприкордонслужби пропонованої технології з вдосконаленою методикою діагностики дозволяє, на основі експериментального дослідження, зменшити число відмов майже в 3 рази, а питомі сумарні витрати - в 4 рази.

Ключові слова: автомобільна техніка, надійність, діагностика, технічне обслуговування, ремонт.

Annotation: a significant factor in ensuring reliable protection and defense of the borders of Ukraine is the comprehensive provision and effective use of technical means of border protection, including automobile equipment (AT).

The study analyzed problems related to the improvement and development of the security system and increasing the reliability of the JSC in the bodies of the State Border Service of Ukraine and established the absence of a clear and purposeful system of managing this security, taking into account its safe state, as well as rational approaches to the scientific substantiation of the problems of this issue, which accordingly requires a more detailed research.

As a result of the conducted research, it was established that the implementation of the proposed technology with improved diagnostic methods in the repair units of the State Border Service, based on experimental research, can reduce the number of failures by almost 3 times, and the specific total costs - by 4 times.

Keywords: automotive equipment, reliability, diagnostics, maintenance, repair.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Аналіз наукової літератури з вирішення проблеми щодо вдосконалення та розвитку системи забезпечення та підвищення надійності АТ в підрозділах охорони кордону України [1], [2], [3] наявних науково-дослідних робіт і публікацій [4], [5], [6], дозволяє зробити висновок, що дійсно існують об'єктивні невідповідності між проблемами забезпечення надійності АТ в підрозділах охорони кордону України та можливостями існуючої науково-методичної бази у цьому напрямі. Крім того сучасний стан системи експлуатації АТ, системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) органів Держприкордонслужби свідчить про відсутність чіткої та цілеспрямованої системи управління даним забезпеченням, з урахуванням його безпечного стану, а також раціональних підходів щодо наукового обґрунтування проблематики даного питання, що відповідно потребує детальнішого дослідження.

Мета дослідження – є підвищення ефективності використання АТ в органах Держприкордонслужби в гарантійний і післягарантійний періоди експлуатації за рахунок розробки практичних рекомендацій щодо вдосконалення системи діагностування АТ при впровадженні адаптивної системи їх технічного обслуговування та ремонту.

Успішне рішення задачі підвищення ефективності експлуатації АТ передбачає використання статистичної інформації експлуатаційних і ремонтних підрозділів органів

Держприкордонслужби щодо її технічного стану. У зв'язку з цим виникає необхідність створення єдиної системи інформаційного забезпечення, яка повинна відповідати прийнятій сукупності показників ефективності процесу технічної експлуатації, а також задовольняти загальним вимогам до інформації про надійність і ефективність експлуатації АТ. Інформаційне забезпечення повинне бути побудоване на основі системного підходу, відображаючи ієрархічний характер структури процесу технічної експлуатації і комплексний характер аналізу його ефективності [7].

При розробці системи інформаційного забезпечення повинні бути чітко визначені шляхи проходження інформації, починаючи від заповнення первинної форми обліку експлуатаційної інформації до її систематизації у формах-накопичувачах. При цьому повинна бути забезпечена можливість введення інформації з первинних носіїв на ЕОМ [8].

З урахуванням особливостей експлуатаційної інформації можна визначити і загальні вимоги до неї, до яких відносяться повнота інформації, достовірність, однорідність, своєчасність і безперервність. Відповідно до прийнятої сукупності показників ефективності процесу технічної експлуатації АТ інформаційне забезпечення повинне включати чотири потоки інформації: про безвідмовність; про термін служби; про ремонтпридатність і про економічність експлуатації.

Кожний з даних потоків інформації реалізується у вигляді відповідних підсистем інформаційного забезпечення по обліку і аналізу несправностей АТ; трудомісткості і вартості ТО і Р машин. Вказані підсистеми разом із загальними рисами мають свої особливості, пов'язані з характером інформації і джерелами її отримання. Підсистема інформаційного забезпечення, аналізу надійності АТ повинна забезпечувати рішення наступних задач: визначення фактичного рівня безвідмовності техніки в різних умовах експлуатації; розробку нормативів показників надійності АТ, а також розробку і оцінку ефективності заходів, направлених на підвищення надійності техніки, обґрунтування ресурсів і термінів служби, режимів ТО, норм витрати запасних частин і матеріалів, а також нормативів трудових витрат на ТО і Р; формування програм ТО і Р техніки; розробки і вдосконалення технічних вимог до промисловості по підвищенню надійності і експлуатаційної технологічності техніки.

Проведені наукові дослідження і практика показують, що при упровадженні стратегії обслуговування техніки по фактичному стану можна скоротити витрати на технічну експлуатацію до 30 % [8].

Визначення технічного стану — одна з найскладніших задач при експлуатації АТ. Як правило, найбільш трудомістка частина роботи персоналу полягає в перевірці справності, працездатності, правильності функціонування двигунів, а також пошуку виникаючих в них несправностей. Але до теперішнього часу при проектуванні вітчизняних двигунів не проводиться глибокого опрацювання питань організації робіт за визначенням їх технічного стану, у зв'язку з чим при експлуатації часто доводиться користуватися інтуїтивними методами.

Застосування таких методів в умовах безперервного ускладнення конструкцій машин і підвищення інтенсивності їх використання, особливо в умовах ведення війни з РФ, не може гарантувати отримання об'єктивної інформації про фактичний технічний стан. Успішне рішення цієї задачі може бути одержане тільки на основі застосування сучасних наукових методів технічної діагностики, які враховують не тільки технічний стан АТ і їх агрегатів, але умови експлуатації, режими навантаження, циклічність роботи і ін. Перспективні технології і діагностичні засоби за призначенням, сфері застосування, конструкції і технічним показникам повинні задовольняти вимогам, обумовленим особливостями експлуатації, технічного обслуговування і ремонту АТ.

Складові частини АТ допускається не піддавати відновним операціям при ТО або ремонті, якщо значення їх діагностичних параметрів знаходяться в межах, що допускаються. В цьому випадку відновні і регульовальні роботи відповідного вигляду ТО переносять до наступного ТО, а поточний, середній або капітальний ремонт проводять після закінчення продовженого напрацювання, що призначається на основі прогнозування залишкового ресурсу.

Повний перелік регламентних робіт, виконуваних при кожному виді діагностики, повинен бути вказаний в технічному описі і інструкції з експлуатації АТ і включати всі роботи, відповідні періодичності проведення ТО і Р.

Ефективність діагностики АТ в ремонтному підрозділі органу Держприкордонслужби залежить від двох чинників - наявність засобів діагностики і досконалості організації технологічної взаємодії між процесами діагностики, технічного обслуговування і ремонту. Дія першого чинника визначається рядом об'єктивних причин, а другого залежить в основному від роботи технічних служб органу Держприкордонслужби. Чітко функціонуюча діагностика може дати об'єктивну інформацію про фактично необхідний об'єм проведення ремонтно-профілактичних заходів і тим самим виключити необґрунтовані витрати часу в зонах ТО і Р на пошуки дефектів методом повного розбирання вузлів. Для органу Держприкордонслужби потрібна широка номенклатура діагностичних приладів і устаткування, застосовного для різних типів АТ. Підвищити ефективність використання устаткування можна при його розподілі по постах експрес - діагностики (ЕД) і поглибленої діагностики (Д), суміщеної із зонами ТО. Зону ЕД доцільно об'єднувати з контрольно - технічним пунктом (КТП). ЕД бажано проводити при поверненні автомобілів з рейсу. Це покращує умови перевірки (прогрітий двигун) і дозволяє з урахуванням більшого запасу часу тут же проводити регульовальні роботи, розвантаживши при цьому виробничі ділянки. При проведенні сезонного обслуговування (СО) необхідно проведення комплексної діагностики на посту поглибленої діагностики АТ всіх систем і агрегатів автомобіля, у тому числі двигуна. На постах обслуговування повинна бути забезпечена максимальна концентрація засобів діагностики, повинні проводитися нетрудомісткі операції по заміні окремих деталей (свічок запалення, наконечників дротів високої напруги і т. д.). Решту видів діагностики виконують за допомогою вбудованих контрольно-вимірювальних приладів і зовнішніх засобів діагностики. При неможливості подальшої експлуатації по результатах діагностики при ремонті (Др) встановлюють вид ремонту.

Висновки. Таким чином, впровадження в ремонтних підрозділах органів Держприкордонслужби пропонованої технології з вдосконаленою методикою діагностики дозволяє, на основі експериментального дослідження, зменшити число відмов майже в 3 рази, а питомі сумарні витрати - в 4 рази. Отримані наукові результати дозволяють вирішити ряд практичних завдань, а саме: скоротити витрати на технічне обслуговування і ремонт, підвищити ефективність роботи АТ в органах Держприкордонслужби; розробити раціональні шляхи вдосконалення діагностики технічного стану АТ; встановити необхідний рівень та номенклатуру забезпечення ремонтних підрозділів діагностичним обладнанням; забезпечити скорочення витрат на експлуатацію АТ за рахунок збільшення міжремонтних пробігів автомобілів та економії паливо-мастильних матеріалів.

Список використаних джерел:

1. Наказ МВС України «Інструкція з автомобільного та бронетанкового забезпечення в ДПСУ» №577 від 09 липня 2018 року
2. Наказ МВС України «Інструкція про службу прикордонних нарядів Державної прикордонної служби України» №1261 від 19 жовтня 2015 року
3. Форнальчик Є. Ю., Оліскевич М. СТ., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. посіб. Львів: Афіша, 2004. 492 с.
4. Оцінка рівня довговічності за станом автомобільної техніки Прикордонних військ України. Звіт про НДР / Науково-дослідний інститут Прикордонних військ України - №202-0009К. – Хмельницький, 2002 р.
5. Сівак В. А. Визначення шляхів удосконалення існуючої системи технічної експлуатації транспортних засобів, за рахунок розробки концептуальних підходів їх безпечної експлуатації в умовах охорони державного кордону. Вісник Національного технічного університету «ХПІ» (Тематичний випуск «Автомобіле- та тракторобудування»). 2015. № 9 (1118). С. 86–91
6. Чмир В. М. Концептуальна модель оцінки ефективності системи технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України Серія «Військові та технічні науки». 2004. № 26. Частина II. С. 202–203.
7. Дем'янчук Б.О. Автотехнічне забезпечення підрозділів та частин ЗСУ. Моделювання процесів автотехнічного забезпечення бойових дій: навч. посіб. Одеса.: ВА, 2014. 296 с.

8. Говорущенко Н.Я. Основи теорії експлуатації автомобілів: навч. посіб. Київ: Вища школа, 1971. 232 с

Чмир Віктор Миколайович – к-т техн наук, доцент, доцент кафедри інженерного та технічного забезпечення, e-mail: chmyrvm@ukr.net, Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0465-2589>

Viktor Mykolayovych Chmyr - professor of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of engineering and technical support, e-mail: chmyrvm@ukr.net, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi, Khmelnytskyi, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0465-2589>

О. А. Круць, М. В. Бельфер

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕМОНТУ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Анотація: у роботі досліджено особливості ремонту системи кондиціонування вертольота Мі-8, зокрема, підкреслено важливість забезпечення належних умов для екіпажу та пасажирів, а також підтримання температурного режиму для роботи бортового обладнання. Розглянуто сучасні методи діагностики, такі як ультразвукова діагностика, такі як ультразвукова діагностика, інфрачервона термографія, що дозволяє виявляти дефекти на ранніх стадіях. Проаналізовано підходи до вибору якісних матеріалів та комплектуючих, а також технології ремонту, включаючи регулювання клапанів і калібрування датчиків. Підвищення кваліфікації технічного персоналу та впровадження цифрових технологій моніторингу стану системи сприяють підвищенню ефективності обслуговування та надійності системи кондиціонування. Отримані результати допомагають розробити рекомендації для покращення надійності і довговічності вертольота Мі-8.

Ключові слова: ремонт системи кондиціонування, технічне обслуговування, ультразвукова діагностика, регулювання клапанів, моніторинг.

Abstract: the paper examines the features of the repair of the Mi-8 helicopter air conditioning system, in particular, emphasizes the importance of providing proper conditions for the crew and passengers, as well as maintaining the temperature regime for the operation of on-board equipment. Modern diagnostic methods, such as ultrasound diagnostics, such as ultrasound diagnostics, infrared thermography, which allows detecting defects at an early stage, are considered. Approaches to the selection of high-quality materials and components, as well as repair technologies, including valve adjustment and sensor calibration, are analyzed. Improving the skills of technical personnel and the introduction of digital technologies for monitoring the state of the system contribute to improving the efficiency of maintenance and reliability of the air conditioning system. The results obtained help to develop recommendations for improving the reliability and durability of the Mi-8 helicopter.

Key words: repair of the air conditioning system, maintenance, ultrasound diagnostics, valve adjustment, monitoring.

Дослідження особливостей ремонту системи кондиціонування вертольота Мі-8 є актуальним завданням, оскільки ця система відіграє ключову роль у забезпеченні комфорту екіпажу та пасажирів, а також у підтриманні належних умов для роботи бортового обладнання в різних кліматичних умовах. Система кондиціонування на вертольоті Мі-8 зазнає температурні режими та умов експлуатації, які можуть призвести до зносу її компонентів та зниження ефективності роботи. Це вимагає регулярного та якісного технічного обслуговування та своєчасного ремонту.

Особливості ремонту системи кондиціонування Мі-8 обумовлені її складністю та багатокомпонентною структурою, що включає компресори, теплообмінники, датчики, клапани та розподільчі елементи. Для забезпечення високої ефективності ремонту необхідно застосовувати сучасні методи діагностики, такі як ультразвуковий контроль та аналіз температурних характеристик. Крім того, процес ремонту вимагає використання відповідних матеріалів і комплектуючих, що відповідають заводським стандартам, а також точного дотримання процедур відновлення та регулювання кожного елемента системи.

Підвищення кваліфікації технічного персоналу також є важливим аспектом, оскільки ремонт кондиціювальних систем вимагає знань щодо спеціальних технологій, точного дотримання стандартів безпеки та вміння працювати з сучасним діагностичним обладнанням. Крім того, правильне калібрування і тестування відновленої системи після ремонту і знижують ризик повторних поломок.

В роботі проведено аналіз та дослідження системи кондиціонування та запропоновані сучасні методи діагностики для виявлення несправностей, а саме:

- ультразвукова діагностика (використання ультразвукових приладів дозволяє виявити приховані дефекти в трубопроводах, компресорах та теплообмінниках, що допомагає попередити витoki та поломки);

- інфрачервона термографія (дозволяє виявляти проблеми у теплообмінниках, таких як нерівномірне охолодження чи нагрівання, що може вказувати на закупорку або пошкодження).

Підбір і використання відповідних матеріалів та компонентів:

- оригінальні запчастини та сертифіковані матеріали (використання запчастин, що відповідають заводським специфікаціям, забезпечує сумісність, надійність та безпеку під час експлуатації);

- застосування витривалих та зносостійких матеріалів (відновлення елементів системи з використанням матеріалів, що стійкі до корозії та температурних перепадів, сприяє довговічності компонентів);

Технології ремонту та обслуговування, орієнтовані на високу точність:

- калібрування датчиків і регулювання клапанів (регулярне калібрування датчиків температури і тиску забезпечує точність роботи системи кондиціонування, а належне регулювання клапанів запобігає перепадам тиску і температури);

- заміна та оновлення компресорів (за потреби, заміна компресорів новими, більш ефективними моделями дозволяє зменшити навантаження на систему і підвищити ефективність кондиціонування);

- чистка та відновлення теплообмінників (регулярна чистка від накопичень та корозії забезпечує ефективний теплообмін і запобігає перегріву системи);

Запропоновано сучасні методи навчання та підвищення кваліфікації технічного персоналу:

- тренінги з ремонту та діагностики систем кондиціонування (спеціальні навчальні програми з використання діагностичного обладнання та виконання ремонту підвищують компетентність персоналу);

- проведення семінарів щодо новітніх методик обслуговування (ознайомлення з новими технологіями та матеріалами допомагає фахівцям освоїти новітні підходи до ремонту та оптимізації системи кондиціонування);

Для моніторингу та управління обслуговуванням запропоновано провадження цифрових технологій

- системи моніторингу стану системи кондиціонування (датчики та програмне забезпечення для збору й аналізу даних допомагають своєчасно виявляти проблеми і планувати ремонтні роботи);

- цифрові інструкції та бази даних для управління обслуговуванням (використання цифрових платформ з детальними інструкціями по ремонту і історією обслуговуванням кожного елемента системи кондиціонування підвищує точність і ефективність робіт);

Оптимізація графіку обслуговування:

- розробка плану профілактичного обслуговування (регулярні профілактичні роботи, такі як заміна фільтрів, перевірка герметичності і очищення компонентів, дозволяють підтримувати систему в робочому стані);

- прогнозування необхідності ремонту на основі даних про експлуатацію (використання статистичних методів і даних про інтенсивність експлуатації дозволяє прогнозувати знос і планувати необхідний ремонт);

Дослідження особливостей ремонту системи кондиціонування вертольота Мі-8 дозволяє краще зрозуміти потреби цього складного технічного елемента та оптимізувати процеси його обслуговування. Ефективний ремонт і обслуговування системи кондиціонування є критично важливими для забезпечення комфорту екіпажу та пасажирів, а також для підтримки стабільних умов роботи бортового обладнання, що особливо актуально для вертольотів, які експлуатуються в складних кліматичних умовах. Використання сучасних методів діагностики, застосування якісних матеріалів і компонентів, а також підвищення кваліфікації технічного персоналу значно покращують якість і надійність системи кондиціонування. Такий комплексний підхід сприяє підвищенню ефективності роботи вертольота Мі-8, зниженню терміну служби його систем життєзабезпечення, що є необхідною умовою для надійної та безпечної експлуатації авіатехніки.

Список використаних джерел:

1. Іванов А.І. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування / А.І. Іванов, О.А. Корочкін, С.П. Монтвіла. – Х.: ХВВАІУ, 1990.
2. Технічний опис та керівництво по технічній експлуатації вертольоту прототипу.
3. Навчально-методичний посібник для виконання курсового та дипломного проектування. – Х.: ХНУПС, 2019.
4. Ремонт повітряних суден та авіаційних двигунів. Під ред. А.П. Кудріна. – К.: НАУ, 2002. 492с.
5. Основи трибології. Під ред. В. А. Войтова. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – 342 с.

Круць Олександр Анатолійович – доцент кафедри інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна; email: oleksander.kruts@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0453-3635>

Бельфер Максим Валентинович – слухач інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних сил ім. І. Кожедуба; Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків Україна; email: belfer2025@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0436-0896>

Kruts Oleksandr Anatoliiovych – associate Professor of the Department of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: oleksander.kruts@gmail.com ; ORCID:

Belfer Maksim Valentinovich – a student of the Faculty of Aviation Engineering of the Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozhedub; Kharkiv National University of the Air Force. I. Kozheduba, Kharkiv, Ukraine; email: belfer2025@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0436-0896> .

В. В. Кот, С. В. Герасимов

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ТЕХНІКИ

***Анотація:** у доповіді обґрунтовано необхідність покращення системи технічного обслуговування та ремонту зразків бронетанкового озброєння та техніки. Запропоновано етапи для проведення оцінювання переваг і недоліків існуючої системи для обґрунтування заходів її покращення (удосконалення). Показано, що метою функціонування ефективної даної системи є необхідність отримання на її виході справного зразка для забезпечення їх боєготовності.*

***Ключові слова:** зразок техніки, ефективність, стаціонарні польові умови, технічний стан*

***Annotation:** the report substantiates the need to improve the system of maintenance and repair of samples of armored weapons and equipment. Stages are proposed for evaluating the advantages and disadvantages of the existing system in order to substantiate measures for its improvement (improvement). It is shown that the purpose of functioning of the considered system is the need to obtain a serviceable sample at its output to ensure their combat readiness.*

***Key words:** sample of equipment, efficiency, stationary field conditions, technical condition*

У сучасній війні, незважаючи на підвищення ролі безпілотних систем, бойову потужність військових підрозділів складають зразки бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ). Зразки БТОТ досі залишаються основою ударних сил військових підрозділів [1]. Досвід бойового застосування зразків БТОТ показує, що успішне вирішення поставлених завдань у бойових умовах неможливе без організації їх своєчасного та кваліфікованого технічного обслуговування та ремонту несправних зразків [2]. Одним з основних факторів в умовах ведення бойових дій, що впливають на технічний стан зразків БТОТ, є своєчасне та якісне здійснення технічного обслуговування у визначені терміни, установленому обсягу та із мінімальними витратами часу [3]. Успішному розв'язанню завдання підтримання зразків БТОТ у справному стані сприяє наявність у складі частин (підрозділів) пересувних засобів технічного обслуговування та ремонту (ПЗТОР) [4]. До таких засобів належать майстерні технічного обслуговування (МТО) і танко-ремонтні майстерні (ТРМ), обладнані у достатній кількості необхідним обладнанням і приладдям для ефективного проведення робіт із технічного обслуговування зразків БТОТ у пунктах постійної дислокації (стаціонарних умовах) і польових умовах.

Питання обґрунтування оптимальної номенклатури та кількості обладнання, а також оцінки ефективності його використання раніше досліджувались не комплексно [5]. Основною причиною такого стану є відсутність методичних положень із розроблення оптимальної комплектації МТО і ТРМ обладнанням, спеціальними засобами та інструментом. У зв'язку з цим, виконання досліджень із розроблення пропозицій, спрямованих на забезпечення МТО і ТРМ необхідним обладнанням і оцінювання його ефективності з метою створення єдиної методики з удосконалення організації технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ у пунктах постійної дислокації та польових умовах, удосконалення матеріально-технічної бази, є актуальним завданням і має велике практичне значення.

Метою дослідження є розроблення пропозицій з організації обслуговування та ремонту зразків БТОТ у стаціонарних і польових умовах за допомогою ПЗТОР.

Підтримання зразків БТОТ у справному стані організовується відповідним підрозділом, функції якого направлено на організацію планування та виконання заходів технічного обслуговування та ремонту, здійснення контролю за якістю виконання запланованих і проведених заходів. Підрозділи технічного обслуговування та ремонту відповідають за дотримання технології обслуговування та постійне її вдосконалення. При цьому систему технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ при її удосконаленні необхідно розглядати як сукупність об'єктів обслуговування (відповідні види озброєння та техніки), сил, які залучені

до проведення обслуговування (особовий склад відповідних підрозділів), засобів обслуговування (стаціонарне обладнання, ПЗТОР, приладдя та інструменти).

Функціонування цієї системи повинно враховувати вимоги основних керівних положень із організації експлуатації та ремонту зразків БТОТ (керівна функція системи), яке реалізується у формі планів і графіків обслуговування та ремонту. Крім того, необхідно враховувати вплив на таку систему температури повітря, особливостей забезпечення безпеки військової служби, забезпеченості обладнанням і навченості особового складу.

Функціонування системи технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ направлено на необхідність отримання на її виході справного зразка (характеристики, які визначають технічний стан, відповідає вимог), що забезпечує їх боєготовність. У випадку невідповідності зразків БТОТ, які пройшли обслуговування, встановленим вимогам здійснюється вплив (зворотній зв'язок) на вхід системи, тобто вводяться необхідні коректування, які забезпечують стійку та якісну роботу системи технічного обслуговування та ремонту взагалі.

Для удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ на першому етапі необхідно, на основі експериментальних даних, здобутих у ході бойової та навчально-бойової діяльності підрозділів, зробити аналіз організації технічного обслуговування та ремонту зразків у стаціонарних і польових умовах за наступними параметрами: види та періодичність обслуговування та ремонту, їх обсяг за кількістю та розподілом операцій, технічною спрямованістю та трудомісткістю робіт. За отриманими результатами необхідно обґрунтувати вимоги, які висуваються до польових парків і місць виконання заходів технічного обслуговування та ремонту, порядку виконання, переліку робіт, що вимагають спеціального обладнання. За результатами отриманих вимог розробляються пропозиції із удосконалення порядку обслуговування та ремонту зразків БТОТ.

На другому етапі необхідно провести оцінювання ефективності використання ПЗТОР під час виконання робіт будь-якого виду. При цьому необхідно врахувати потребу у проведенні модернізації існуючих ПЗТОР або створення їх нових версій за результатами аналізу наявного комплексу ПЗТОР і обґрунтування вимог до них. Цей етап також дозволить виявити недоліки основного обладнання існуючих МТО та ТРМ і шляхи їх усунення. В подальшому можливо обґрунтувати пропозиції щодо проведення заміни старого та встановлення нового обладнання у складі МТО і ТРМ (внесення змін до комплектації).

На третьому етапі пропонується визначати заходи із виконання порядку використання ПЗТОР в стаціонарних і польових умовах, які можуть бути виконані на рівні конструкторських закладів, заводів, центрів, а також заходи, що проводяться на рівні підрозділів. Необхідно розробити (удосконалити існуючі) технологічні карта із виконання робіт за допомогою запропонованого обладнання.

Задача вдосконалення організації технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ у стаціонарних і польових умовах за допомогою ПЗТОР в перспективі може бути розв'язана розробкою нового зразка майстерні технічного обслуговування та ремонту. Для цього пропонується використати базу вітчизняного дизельного автомобіля підвищеної прохідності та вантажності. Це дозволить забезпечити вибір необхідного обладнання, його кількості та номенклатури, яка підлягає для комплектування майстерні. При цьому можлива зміна обладнання залежно від призначення та умов використання ПЗТОР. Така комплектація залежно від призначення дозволить більш ефективно використовувати ПЗТОР відповідно до організації системи технічного обслуговування та ремонту, оптимізувати проведення робіт за часом.

Своєчасне та якісне виконання технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ у заданому обсягу із мінімальними витратами часу в першу чергу вплине на забезпечення справного технічного стану зразків БТОТ, що дозволить підвищити їх бойову готовність.

Наведене вище обґрунтовує актуальність даного дослідження та має велике практичне значення як для технічних підрозділів, так і для наукових установ щодо використання на практиці результатів дослідження для розв'язання питань технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ у стаціонарних і польових умовах. Отримані результати пропонується впровадити під час проведення тактичних маршів, розташування підрозділів у польових парках із потрібним ступенем розосередження та під час забезпечення бойових дій.

Особливістю даного дослідження є розгляд питань, пов'язаних з оцінкою ефективності ПЗТОР зразків БТОТ у стаціонарних і польових умовах. Це пов'язано з тим, що в польових умовах не можливе використання стаціонарних засобів технічного обслуговування та ремонту у повному обсязі. При цьому стаціонарні засоби є уразливими до засобів ураження противника. Із цього випливає, що застосування сучасних ПЗТОР для проведення операцій технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ доцільно як для польових, так і стаціонарних умов.

Реалізація запропонованих пропозицій дозволить не тільки підвищити якість виконаних робіт із технічного обслуговування та ремонту зразків БТОТ, але й значно скоротити час простою зразків на обслуговуванні (ремонті), дозволить підвищити надійність і тривалість експлуатації зразків БТОТ та іншої техніки.

Список використаних джерел:

1. Herasimov S., Roshchupkin E. Control of the serviceability of the radio electronic equipment of the communication system // Міжнародна науково-практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку". – Х.: НАНГУ. – 2023. – С. 39-40.

2. Герасимов С.В., Гаценко Л.В. Моделирование генерации сигналов специальной формы для контролю технічного стану радіоелектронного обладнання // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2022): матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції. – Чернігів: НУ "Чернігівська політехніка", 2022. – Т. 2. – С. 176.

3. Herasimov S., Roshchupkin E. Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems // Міжнародна науково-практична конференція "Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку". – Х.: НАНГУ. – 2022. – С. 31-32.

4. Herasimov S., Soroka V., Yevseiev S., Milevskiy S., Bondarenko K. Development of a Method for Measuring small Nonlinear Distortions of Periodic Electrical Signals // 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). – 2022. – Pp. 49-52. – <https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.993268>.

5. Бойко В.М., Ноженко О.М., Меркулов О.А., Герасимов С.В., Кірвас В.В., Зубрицький Г.М. Дослідження аспектів нормативно-правового забезпечення організації та проведення метрологічної експертизи документації на виробі озброєння та військової техніки // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2021. – № 4 (70). – С. 95-104. – <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.70.14>.

Кот Володимир Вікторович – заступник начальника кафедри експлуатації озброєння та військової техніки, e-mail: gsvnr@ukr.net, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9152-8705>

Герасимов Сергій Вікторович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри експлуатації озброєння та військової техніки, e-mail: sergeyg@i.ua, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1810-0387>

Volodymyr Kot – Deputy Head of the Department of weapons and military equipment operation, gsvnr@ukr.net, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9152-8705>

Serhii Herasimov – Doctor of Technical Sciences, Professor, professor of the Department of operation of weapons and military equipment, e-mail: sergeyg@i.ua, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1810-0387>

*Електронне наукове видання
Комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

Матеріали

IV Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції

**«Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту
зразків озброєння та військової техніки»**

13-14 листопада 2024 року

Збірник наукових праць

Підписано до видання 29. 11. 2024 р.
Гарнітура Times New Roman
Зам. № P2024-185.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к.114.

Хмельницьке шосе, 95,

м.Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua,

Email: rvv.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.