

**МАТЕРІАЛИ
II ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО
ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
І РЕМОНТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ
ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ»**

17-18 ЛИСТОПАДА 2022 року

Міністерство освіти і науки України
Міністерство оборони України
Вінницький національний технічний університет

МАТЕРІАЛИ

**II ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТА
ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА
ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ»**

17-18 ЛИСТОПАДА 2022 року

ВНТУ, Вінниця, 2022

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

Збірник містить Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки» за основними напрямками відповідно до Інформаційного листа.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки», 17-18 листопада 2022 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – (PDF 257 с.)

ISBN 978-966-641-917-3 (PDF)

Збірник містить матеріали за такими основними напрямками: особливості бойового застосування озброєння та військової техніки на сучасному етапі розвитку Збройних Сил України; питання досягнення взаємосумісності підрозділів Збройних Сил України з підрозділами збройних сил країн-членів НАТО; пріоритетні напрями розвитку та сучасні вимоги до зразків озброєння та військової техніки, їх модернізація; сучасне обладнання і прогресивні технології технічного обслуговування і ремонту новітніх зразків озброєння та військової техніки, їх експлуатація; перспективи розвитку машин спеціального призначення високої прохідності та організація військових перевезень; актуальні питання психологічної підтримки військовослужбовців.

УДК 623.1/.7

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.

ISBN 978-966-641-917-3 (PDF)

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2022

ЗМІСТ

<i>Valeriya Aleksandrovna Gruzдова, Yuvita Viktorivna Koloshko</i> PECULIARITIES OF THE CURRENT STATE OF THE ENVIRONMENT FROM THE IMPACT OF WAR.....	9
<i>Андрій Волков, Арсеній Дроздов</i> FORMALISATION OF AUTOMATED CONTROL PROCESSES AT COMMAND POSTS THROUGH THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY.....	12
<i>Анастасія Володимирівна Василич, Інна Юрїївна Кириця</i> ПЛАН СХОВИЩА ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....	14
<i>Андрій Анатолійович Шалигін, Олександр Михайлович Марченко, Юрій Андрійович Шевченко</i> ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ГРУПОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА МАЛИХ ВИСОТАХ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ ПРОВІДНИХ КРАЇН СВІТУ.....	17
<i>Андрій Волков, Олександр Лезік, Андрій Соляков</i> INCREASING THE LEVEL OF PROTECTION OF CRITICAL FACILITIES OF THE ENERGY COMPLEX AGAINST HOSTILE ACTIONS FROM THE AIR DUE TO THE JOINT USE OF VARIOUS FORCES AND MEANS.....	20
<i>Андрій Миколайович Печкін, Дмитро Анатолійович Гриб, Владислав Олександрович Тютюнник, Іван Володимирович Гурєєв</i> МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ..	22
<i>Андрій Миколайович Савельєв, Денис Михайлович Запара, Сергій Володимирович Новіченко, Вячеслав Федорович Третяк, Валерій Іванович Кривчун</i> СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗРАХУНКОВОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ "АРГУМЕНТ - 2022".....	25
<i>Андрій Олександрович Семенов, Назарій Максимович Орлов, Роман Володимирович Тесля</i> НАДШИРОКОСМУГОВА ЛОГОПЕРІОДИЧНА ВІБРАТОРНА АНТЕНА.....	29
<i>Андрій Павлович Поляков, Владислав Олегович Даниленко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛЯ В РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ РОБОТІ ДВИГУНА ЗА ДИЗЕЛЬНИМ І ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ЦИКЛАМИ.....	32
<i>Андрій Павлович Поляков, Олексій Іванович Жученко</i> АНАЛІЗ СУЧАСНОГО РИНКУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ.....	35
<i>Андрій Павлович Поляков, Павло Дмитрович Дунаєвський</i> ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕДЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З ДИЗЕЛЕМ ДЛЯ РОБОТИ ЗА ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ЦИКЛОМ.....	39
<i>Богдан Жоржович Шкурат, Дмитро Вікторович Рєзнік, Василь Семенович Мельниченко</i> ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ У ВІТЧИЗНЯНУ СИСТЕМУ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ.....	43
<i>Борис Миколайович Ланецький, Ігор Вікторович Коваль, Олексій Олексійович Зверев, Валерій Петрович Попов</i> МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	46
<i>Вадим Володимирович Лук'янчук, Іван Михайлович Ніколаєв</i> ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ.....	50
<i>Валерій Ігорович Чистов, Костянтин Станіславович Васюта</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПАСИВНОГО СТЕГОАНАЛІЗУ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	53
<i>Валерій Павлович Поздняк, Володимир Галустанович Кубрак, Світлана Миколаївна Блащук, Олег Володимирович Щербак</i> МЕТОДИКА АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПАРАМЕТРІВ Т-ПОДІБНИХ І ПАРАСОЛЬКОВИХ АНТЕН.....	55

<i>Василь Йонович Климченко, Владислав Олександрович Тютюнник, Кристина Альбертівна Тах'ян</i> ОБҐРУНТУВАННЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ОГЛЯДУ ПРОСТОРУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИМИ РЛС ВІЯВЛЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	57
<i>Василь Павлович Ясинецький, Олександр Вікторович Якобінчук</i> ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ ЗП-Г, ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	60
<i>Віталій Вікторович Сніцаренко, Михайло Васильович Белоус, Андрій Валерійович Сінчук</i> ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЗАВДАНЬ ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	63
<i>Владислав Сергійович Матеуш</i> УКРАЇНСЬКІ АНТИДРОНОВІ СИСТЕМИ.....	64
<i>Володимир Анатолійович Лупандін, Ганна Василівна Мегельбей, Олександр Михайлович Сотніков, Олександр Борисович Танцюра</i> ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ТА ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД РОІВ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	67
<i>Володимир Вікторович Старцев, Олексій Володимирович Коломійцев, Вячеслав Федорович Третьак, Наталія Олександрівна Олійник</i> ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОЦІНКИ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....	70
<i>Володимир Олександрович Комаров, Володимир Володимирович Пустоваров, Руслан Михайлович Олійник, Олексій Володимирович Коломійцев</i> ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАЛИШКОВОЇ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА.....	73
<i>Володимир Олександрович Толокнєєв</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛІМАТОРНИХ ПРИЦІЛІВ ДЛЯ СТРІЛЬБИ НА РІЗНІ ВІДСТАНІ.....	76
<i>Володимир Прохорович Сахно, Олександр Вікторович Диких</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БТР-70П.....	78
<i>Вячеслав Олександрович Єлістратов</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БРОНЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	81
<i>Геннадій Володимирович Худов, Темір Муратович Калімулін, Ірина Анатоліївна Хижняк</i> ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО СЕГМЕНТУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	84
<i>Геннадій Григорович Камалтинов, Владислав Олександрович Тютюнник, Кристина Альбертівна Тах'ян</i> ПРОБЛЕМИ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ГРУПОВОГО ЗП ЗАСОБІВ РАДІОЛОКАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	87
<i>Григорій Васильович Табачук, Ігор Вячеславович Віщун</i> НАДАННЯ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛИМ ПРИ УРАЖЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ТА БЛИСКАВКОЮ.....	90
<i>Григорій Васильович Табачук, Микола Григорович Домненко</i> НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА «ОСНОВА ПОЛІТИЧНИХ І ПРАВОВИХ ЗНАНЬ», ЯК ОСНОВА СВІТОГЛЯДУ СТУДЕНТІВ НА ДЕРЖАВОТВОРЕННЯ.....	92
<i>Дмитро Анатолійович Гриб, Ольга Олександрівна Хмелевська, Борис Олексійович Демідов, Сергій Іванович Хмелевський</i> МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОРЯДКУ ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ В УМОВАХ РЕСУРСНИХ ОБМЕЖЕНЬ.....	94
<i>Дмитро Вадимович Бердочник, Юрій Ігорович Тригуб</i> НАБЛИЖЕНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ШВИДКОСТЕЙ ЗЛЬОТУ ТА ПОСАДКИ НАВЧАЛЬНО-БОЙОВОГО ЛІТАКА ВІД ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	97

<i>Дмитро Вікторович Борисюк</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ УДАРНО-СПУСКОВОГО МЕХАНІЗМУ ПІСТОЛЕТА МАКАРОВА.....	100
<i>Дмитро Миколайович Воронов, Ігор Леонідович Костенко, Андрій Вікторівич Лопатін, Олександр Петрович Кулик, Олександр Андрійович Павліченко</i> МЕТОДИКА ДОСЛІДНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЛОКІВ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ “ЦИФРА-Р”.....	108
<i>Євген Михайлович Кулик</i> РІЗНОВИДИ, БУДОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЗМІВ ЗАПИРАННЯ ТА ВІДПИРАННЯ КАНАЛУ СТВОЛА ВОГНЕПАЛЬНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ.....	111
<i>Євгеній Вадимович Карманний, Володимир Анатолійович Лупандін, Олександр Михайлович Сотніков, Валерія Юрїївна Тюрїна</i> ФОРМУВАННЯ ЕТАЛОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ.....	118
<i>Іван Андрійович Нос, Костянтин Петрович Квіткін, Максим Олександрович Попов</i> ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ.....	121
<i>Іван Михайлович Ніколаєв</i> АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЗАКОРДОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ СТВОРЕННЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ.....	123
<i>Ігор Андрійович Таран, Володимир Валерійович Ларін, Петро Миколайович Піонтківський</i> МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ТА ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОБІТ, ЯКІ ПОВ’ЯЗАНІ ЗІ СТВОРЕННЯМ (МОДЕРНІЗАЦІЄЮ) ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ.....	125
<i>Ігор Євгенович Сафонов, Сергій Михайлович Коротін, Олег Віталійович Радько</i> ЩОДО СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ.....	128
<i>Костянтин Станіславович Васюта, Уляна Романівна Збежховська, Валерій Валерійович Слободянюк, Дмитро Борисович Жуйков</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЛЬОРОВИХ ШУМІВ НА ЯКІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ.....	132
<i>Лариса Василівна Мороз, Данило Вячеславович Куклій</i> АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ.....	134
<i>Лариса Василівна Мороз, Дмитро Вікторович Бєвз</i> РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ.....	137
<i>Лариса Василівна Мороз, Дмитро Віталійович Мазуренко</i> АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ.....	141
<i>Леонід Федорович Купченко, Геннадій Володимирович Худов, Артем Петрович Гурін, Анатолій Степанович Риб’як, Олег Олександрович Гурін, Богдан Анатолійович Лісогорський</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КРИТЕРІЮ (НОРМОВАНОЇ ДИВЕРГЕНЦІЇ КУЛЬБАКА-ЛЕЙБЛЕРА) ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН СПЕКТРАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ЗОБРАЖЕНЬ.....	144
<i>Максим Віталійович Куравський, Володимир Анатолійович Таршин</i> ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ РІЗНОСПЕКТРАЛЬНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ.....	149
<i>Микола Володимирович Кривенков, Ігор Вячеславович Кірієнко, Олексій Сергійович Білозьоров</i> ТАКТИЧНА МЕРЕЖА ОБМІНУ ДАНИМИ В АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ: ШЛЯХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ.....	151
<i>Микола Григорович Домненко</i> ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ З МЕТОЮ УТРУДНЕННЯ АБО НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ СУПРОТИВНИКА.....	154
<i>Микола Григорович Домненко</i> ЗАХИСТ БОЙОВИХ ПОЗИЦІЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ВІД ВИСОКОТОЧНОЇ ЗБРОЇ СУПРОТИВНИКА.....	156

<i>Олег Анатолійович Черток, Олег Юрійович Лавров, Костянтин Анатолійович Дрозд</i> АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ВУЗЛАХ ТА ПІДРОЗДІЛАХ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ.....	158
<i>Олег Борисович Аніпко, Ігор Борисович Ковтонюк, Михайло Федорович Білий</i> ФІЗИЧНИЙ ПРОЦЕС ЯК ПРИЗНАК ДЛЯ АНАЛІЗУ БЕЗВІДМОВНОСТІ СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ.....	161
<i>Олег Ігорович Рибачук, Юрій Вячеславович Рєзніков</i> ПІДХІД ДО РІШЕННЯ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ПРОТИВНИКОМ АВІАЦІЙНИХ УДАРІВ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОЇ ВИДОВОЇ РОЗВІДКИ.....	163
<i>Олег Ігорович Смагін, Дмитро Олександрович Мироненко</i> ПРОПОЗИЦІЇ ОСНАЩЕННЯ РУХОМИХ РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРЕНЬ ДІАГНОСТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛІВ ТА АГРЕГАТИВ ЗРАЗКІВ ТЗ.....	166
<i>Олександр Васильович Борисенко</i> МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МАЛОВИСОТНИХ РЕЗОНАНСНИХ ЦІЛЕЙ...	169
<i>Олександр Васильович Кулешов, Олексій Володимирович Коломійцев, Сергій Іванович Клівець, Тетяна Васиївна Кулешова</i> ШЛЯХИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В СУЧАСНИХ УМОВАХ..	171
<i>Олександр Васильович Кулешов, Сергій Іванович Клівець, Володимир Олексійович Коломійцев, Олексій Володимирович Коломійцев</i> HARDWARE AND SOFTWARE COUPLING OF SPECIAL PURPOSE DATA TRANSMISSION EQUIPMENT AI-011 WITH A PERSONAL ELECTRONIC COMPUTER.....	174
<i>Олександр Васильович Кулешов, Сергій Іванович Клівець, Володимир Олексійович Коломійцев, Олексій Володимирович Коломійцев, Ігор Сергійович Рудаков</i> АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ СПРЯЖЕННЯ АПАРАТУРИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ AI-011 З ПЕРСОНАЛЬНОЮ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЮ МАШИНОЮ.....	177
<i>Олександр Володимирович Глоба, Михайло Антонович Левченко, Василь Семенович Мельниченко</i> СПРОМОЖНОСТІ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	180
<i>Олександр Іванович Бабенко, Дмитро Олександрович Сізон, Віроніка Валеріївна Калачова, Наталія Євгенівна Сальна</i> МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ВЗАЄМОСУМІСНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА КРАЇН – ЧЛЕНІВ НАТО.....	184
<i>Олександр Михайлович Дзідора, Іван Миколайович Трофимов, Ігор Олександрович Гурін</i> ПЕРСПЕКТИВНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ЗОНДУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ.....	187
<i>Олександр Сергійович Малярєнко, Іван Миколайович Трофимов</i> ДЕРЖАВНЕ ВПІЗНАВАННЯ ОБ’ЄКТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ППО РІЗНИХ КРАЇН ПОХОДЖЕННЯ. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗАПИТУВАЧІВ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ.....	189
<i>Олексій Володимирович Коломійцев, Альберт Миколайович Катунін</i> ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ АКУСТООПТИЧНОГО МЕТОДУКЕРУВАННЯ ДИФРАКЦІЄЮ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВІДБИВНИХ ПОКРИТТЯХДЛЯ ЗАХИСТУОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ.....	192
<i>Олексій Олегович Клімішен, Володимир Миколайович Кривонос, Андрій Олександрович Красноруцький</i> АНАЛІЗ СТАНУ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ HUMS ДО СКЛАДУ БОРТОВИХ КОМПЛЕКСІВ ГЕЛІКОПТЕРІВ КРАЇН НАТО.....	194

Олена Євгенівна Романішена, Марина Василівна Нікулова ВИКОРИСТАННЯ СЛІДІВ ПАПІЛЯРНИХ ЛІНІЙ В ІСТОРИЧНОМУ ТА СУЧАСНОМУ АСПЕКТІ.....	194
Павло Павлович Кальницький, Максим Миколайович Ясечко АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ЗЕНІТНОГО ОЗБРОЄННЯ ВІД ПОТУЖНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЗБРОЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ.....	197
Павло Якович Бондаренко, Григорій Васильович Табачук ВИВЧЕННЯ ГРОМАДЯНАМИ УКРАЇНИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВІЙСЬКОВО-ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА», ЯК ОСНОВА ВИЖИВАННЯ НА ПОЛІ БОЮ ТА УМІЛЛЕ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ МАЙДУТНІХ ОФІЦЕРІВ.....	202
Павло Якович Бондаренко, Ярослав Анатолійович Саєнко ПСИХОЛОГІЧНА ПІДТРИМКА ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ (ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД).....	204
Руслан Вікторович Ляценко, Сергій Олександрович Кадук, Євгеній Анатолійович Шило ВАРІАНТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИНИЩУВАЧІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ.....	206
Руслан Олександрович Качайло, Костянтин Станіславович Васюта ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФОРМУВАННЯ СУРОГАТНИХ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЕРЕШКОД У ВІДПОВІДЬ РАДІОЕЛЕКТРОННИМ ЗАСОБАМ ПРОТИВНИКА.....	210
Світлана Іванівна Березіна, Марія Вікторівна Борцова, Олексій Іванович Солонець ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРЕТИКО-МНОЖИННИХ МОДЕЛЕЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ОПЕРАЦІЙ АЛГЕБРИ ЛОГІКИ ТА НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ АПРІОРНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ ВІЯВЛЕННЯ ОБ’ЄКТІВ РОЗВІДКИ НА АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ.....	213
Сергій Анатолійович Пleshунов ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНИХ МЕТОДІВ ІОННОПЛАЗМОВОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ РЕСУРСУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ.....	216
Сергій Валерійович Осієвський, Дмитро Олександрович Каліновський, Євген Сергійович Воробійов МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗНАНЬ ПРОЦЕСУ ОЦІНКИ ДІЙ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ.....	220
Сергій Васильович Орехов, Микола Валерійович Сергєєв РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА ППО ВІЙСЬК.....	224
Сергій Іванович Корсунов, Олександр Олександрович Пішохан ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ПІДРОЗДІЛУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ОСТАННІХ ЛОКАЛЬНИХ ВІЙН І КОНФЛІКТІВ.....	228
Сергій Іванович Смик, Андрій Федорович Кудрявцев, Олександр Валерійович Коробецький ГРУПОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ.....	231
Сергій Петрович Ярош, Олексій Володимирович Філіппенков ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ОЗБРОЄНИХ ЗРАЗКАМИ ОВТ КРАЇН-ЧЛЕНІВ НАТО.....	235
Станіслав Володимирович Войтків КОНЦЕПЦІЯ ФОРМУВАННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЬНИХ ШАСІ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ.....	237
Юрій Віталійович Самсонов ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ НГУ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПТРК «СТУГНА-П» У РІЗНИХ УМОВАХ СЛУЖБОВО-БОЙОВОЇ (ОПЕРАТИВНОЇ) ДІЯЛЬНОСТІ.....	240

Юрій Євгенович Галайда, Андрій Юрійович Сосик, Андрій Васильович Щербина ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МЕХАНІЗМУ КОРЕГУВАННЯ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ПЕРЕДНЬОПРИВІДНОГО АВТОМОБІЛЯ КАТЕГОРІЇ М1.....	242
Юрій Олександрович Польовий, Валерій Вікторович Бурцев, Віктор Валерійович Воронін, Андрій Миколайович Печкін, Ігор Анатолійович Зарудняк ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ВІТЧИЗНЯНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗРК С-125М1.....	246
Юрій Федорович Кучеренко, Сергій Миколайович Власік, Олександр Олександрович Олексенко, Віталій Вікторович Сніцаренко ЗРОСТАННЯ РОЛІ ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СКЛАДОВИХ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ З БОКУ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ.....	250

V.O. Gruzdova, Y.V. Koloshko

PECULIARITIES OF THE CURRENT STATE OF THE ENVIRONMENT FROM THE IMPACT OF WAR

Abstracts: *Military actions have a negative impact on the environment, in particular: direct impact of shells and pollution by burnt military equipment completely destroy the ecosystem, mines, exploding and burning non-metallic parts of military equipment, pollute the soil and water with heavy metals and toxic elements, as a result of the destruction of a large number of military equipment, fuel gets into the soil and atmosphere, which causes damage to the environment, artillery and occupation increases the risk of toxic waste emissions from Ukrainian industrial enterprises; the invasion of the Chernobyl nuclear power plant also caused the most serious environmental problems, after the enemies left, a huge number of mines and wires remained in the exclusion zone, the radiation background was exceeded 7.6 times[1].*

Bombardment, movement of equipment, explosions of acoustic bombs in the sea and landing of troops during Russian exercises have created local coasts, meadows and estuaries, sunken ships, missile fragments, use of anchors and explosions of ammunition cause damage to underwater groups living on the ocean floor, sinking of warships, aircraft and other military equipment is toxic to marine life and leads to oil spills. Also, the study of the environmental situation shows that now in the zone of active hostilities there are industrial enterprises, in particular nuclear power plants, ports, hazardous waste warehouses (mineral fertilizers, polyurethane foam, paints, fuels and lubricants, etc.), chemical and metallurgical enterprises [2]. The aggressor's invasion of the territory of Ukraine caused a large-scale ecosystem catastrophe, the consequences of which will have to be overcome for years after the victory, so now we need to consider really effective and modern ways to improve the ecological state of the whole Ukraine.

Keywords: environment, danger, pollution, war, environmental problems, invasion, enterprises.

Анотація: *Військові дії негативно впливають на навколишнє середовище, зокрема: прямий вплив снарядів та забруднення згорілою військовою технікою повністю руйнують екосистему, міни, вибухають та горять неметалічні частини військової техніки, забруднюють ґрунт та воду важкими речовинами. метали та токсичні елементи, внаслідок знищення великої кількості військової техніки паливо потрапляє в ґрунт та атмосферу, що завдає шкоди навколишньому середовищу, артилерії та окупації підвищує ризик викидів токсичних відходів українських промислових підприємств; вторгнення на Чорнобильську АЕС також спричинило найсерйозніші екологічні проблеми, після відходу ворогів у зоні відчуження залишилася величезна кількість мін і проводів, радіаційний фон був перевищений у 7,6 рази[1].*

Бомбардування, переміщення техніки, вибухи акустичних бомб у морі та висадка військ під час російських навчань спричинили локальні узбережжя, луки та лимани, затонулі кораблі, уламки ракет, використання якорів та вибухи боєприпасів завдають шкоди підводним групам, що живуть на дно океану, затоплення військових кораблів, літаків та іншого військового обладнання є токсичним для морського життя та призводить до розливів нафти. Також дослідження екологічної ситуації показує, що зараз у зоні активних бойових дій знаходяться промислові підприємства, зокрема атомні електростанції, порти, склади шкідливих відходів (мінеральних добрив, пінополіуретану, фарб, паливно-мастильних матеріалів тощо), хімічні та металургійні підприємства [2]. Вторгнення агресора на територію України спричинило масштабну екосистемну катастрофу, наслідки якої доведеться долати роками після перемоги, тому вже зараз потрібно розглядати дійсно ефективні та сучасні шляхи покращення екологічного стану всієї території. Україна.

Ключові слова: навколишнє середовище, небезпека, забруднення, війна, екологічні проблеми, вторгнення, підприємства.

On 24 February 2022, Russian troops launched an invasion against Ukraine by land, sea and air, using heavy weapons such as long-range artillery, missiles, warships and military aircraft. The aggression has resulted in significant civilian casualties and damaged the environment and natural heritage of Ukraine.

The main tragedy of the armed conflict lies in its consequences. Today Ukraine suffers significant losses: human, infrastructural, economic losses. The environmental, social and food consequences of the war are usually not given much attention. However, it is worth noting that crimes against the environment have a less noticeable impact, but in the long run will have quite sad and large-scale consequences.

Of all human activities, military actions have the greatest impact on the natural environment, so in the conditions of open hostilities it is necessary to distinguish between direct and indirect consequences and loss of opportunities. Firstly, direct impacts include explosions that destroy the ecosystem. Environmental destruction and noise pollution of residential areas negatively affect the breeding season. In addition, the direct impact of shells and pollution from burnt military equipment completely destroy the ecosystem. Exploding mines, burning non-metallic parts of military equipment pollute soil and water with heavy metals and toxic elements. Not to mention the large amount of metal scrap scattered in forest plantations.

Secondly, indirect consequences of hostilities against the environment come not from fires or shell explosions, but from, for example, power outages in mines that have to pump water. Without electricity, the pumps would not work and the mines would be flooded with toxic and radioactive waste that could seep into the groundwater. After the war, the ecological state of Ukraine may be worse than ever. Especially since a large amount of military equipment was destroyed. The fuel that gets into the soil and the atmosphere damages the environment. Each explosion has the same effect and is a separate chemical reaction. After the explosion, more than 0.5 kg of sulfur remains from the release of "hail" that falls into the soil. And from the contact of sulfur with water, all living things simply burn with sulfuric acid. In addition, after the explosion, many particles penetrate into the atmosphere, polluting not only Ukraine but the whole globe. It is worth noting that during the invasion Russian troops occupied the Chernobyl nuclear power plant. From February 24, 2022, the background of the Chernobyl NPP increased as heavy armored vehicles and other vehicles moved through the contaminated soil, creating radioactive material - dust in the air. On 24-25 February 2022, during the seizure of the Chernobyl Exclusion Zone by Russian troops, the radiation background exceeded the norm by 7.6 times [3].

At the Chernobyl NPP, high-voltage lines that were supposed to power it, for example, to cool spent nuclear fuel in the local storage facility, were damaged. The lack of electricity can lead to an increase in the temperature in the pool and the release of radioactive materials into the environment. It is worth noting that radiation can be carried by wind on the territory of Ukraine, Belarus and other European countries. In addition to the danger of nuclear weapons, artillery and occupation increase the risk of toxic waste emissions from Ukrainian industrial enterprises.

The invasion of the Chernobyl nuclear power plant has caused serious environmental problems: chemical pollution of soil and water, destruction of ecosystems, reduction of biodiversity, which are not so noticeable now, but will have negative consequences in the future. After the enemies have left, a huge number of mines and wires remain in the exclusion zone, which regularly cause forest fires. In addition to the enormous damage to flora and fauna, such fires pose a great risk of increasing the radiation background. The actions of the Russian army not only cause man-made and environmental disasters, but also destroy the habitats of rare species of organisms that are now endangered.

Since February 24, 2022, the Center for Environmental Initiatives «Ecodia» has been monitoring cases of potential environmental damage caused by the Russian invasion. The purpose of their activities is to report on the potential impact of the war on the environment and the population of Ukraine and to help the Ukrainian authorities collect facts that will be used in the future to obtain compensation from the occupying state. Crimes against the environment are also part of war crimes. According to the Geneva Convention, it is prohibited to use methods or means of warfare intended to cause widespread, prolonged and severe damage to the natural environment. The study of the environmental situation shows that industrial enterprises, in particular nuclear power plants, ports, hazardous waste warehouses (mineral fertilizers, polyurethane foam, paints, fuels and lubricants, etc.), chemical and metallurgical enterprises are currently in the area of active hostilities. Fires were recorded at oil depots, gas stations and landfills, there are facts of damage to heat and water supply facilities (sewage pumping stations, filter stations, water pumps) [3]. A fully realistic assessment of the damage will be possible after the end of active hostilities, and Ukrainians will feel the consequences years later. Active hostilities at sea and on Russian warships, which are now permanently deployed in the northwestern part of the Black Sea, not only block Ukrainian ports, but also put the world at risk of global famine. They can cause man-made disasters and seriously affect the ecosystems of the Black and Azov Seas. The Black Sea Biosphere Reserve,

Azov-Sivash, Zalir-Gatsky, Meotida and other national parks are, in fact, the territory of hostility and humanitarian crisis. Often their functions cannot be performed both to protect rare species and to ensure the safety of employees. Many protected areas were also affected by the fire. This spring there were 45 times more fires in Ukraine than last year. For example, in May, the protected Kimber Spit of the Black Sea, where a unique seaside settlement was preserved, burned down. The fire could not be extinguished due to the occupation and minefields.

Bombing, movement of equipment, explosions of acoustic bombs at sea and landings during Russian exercises have distorted local coasts, meadows and estuaries. Underwater marine ecosystems are also affected by military activities. Shipwrecks and missile debris, the use of anchors and munitions explosions can harm underwater groups living on the ocean floor. Shipwrecks can form new habitats and artificial reefs where aquatic organisms can colonize, but the long-term damage from sunken mechanical pollution far outweighs the potential benefits. The wrecks of warships, aircraft and other military equipment are toxic to marine life and can lead to oil spills that can contaminate the marine environment for decades. Today, as a result of the war of the occupying state against Ukraine, about 900 protected areas with an area of 1.2 million hectares, which is about a third of all protected areas of our country, are in danger.

Despite the long-term adverse effects, environmental problems are an important issue during military operations. Of all human activities, war has the greatest impact on the environment. In addition, since the beginning of the large-scale invasion of the occupying power in Ukraine, more than 240 environmental crimes have been recorded. Such behavior negatively affects ecosystems not only in our country but also around the world [4].

Thus, it can be stated that in the midst of hostilities it is difficult to know the true scale, state of the environment and the level of its pollution. After the end of active hostilities, an own assessment will take place, so now it is important to record crimes against the environment in order to be able to judge the aggressor. It has been determined that Russia's invasion of Ukraine has caused a large-scale ecosystem disaster, the consequences of which will have to be overcome for years after the victory. Given the scale of damage caused to our environment, our scientists and authorities should already consider effective and modern ways to improve the ecological state of the whole country, especially cities.

LIST OF USED SOURCES

1. How war affects the environment and how to help restore it - an ecologist tells. URL: <https://suspilne.media/246529-russia-invades-ukraine-live-updates-suspilne-30/>
2. Information on the environmental consequences of Russian aggression in Ukraine on February 24 - March 9, 2022. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39028.html>
3. War and the sea: how hostilities threaten the ecosystems of the Black and Azov Seas. URL: <https://ecoaction.org.ua/vijna-i-more.html>
4. Ecology in war: a time bomb. URL: <https://armyinform.com.ua/2022/06/05/ekologiya-v-umovah-vijny-bomba-upovilnenoyi-diyi/>

Груздова Валерія Олександрівна – здобувачка вищої освіти (магістр), Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, mega_valeriya1401@ukr.net

Колошко Ювіта Вікторівна – викладачка кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки, Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, yuvita.75@ukr.net

Gruzдова Valeriya Aleksandrovna – applicant for higher education (master's degree), National University of civil defence of Ukraine, city. Kharkiv, mega_valeriya1401@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

A.F.Volkov, A.R.Drozdov

FORMALISATION OF AUTOMATED CONTROL PROCESSES AT COMMAND POSTS THROUGH THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY

Анотація: Використання розробленого підходу формалізації дозволить на основі отриманих вихідних даних проводити формалізований опис логіко-аналітичної діяльності осіб, що приймають рішення, в процесі вироблення рішень на застосування вогневих засобів.

Ключові слова: формалізація, мережева модель, цільова установка, вогневий засіб, повітряна ціль

Abstract: The use of the developed method of formalisation allows on the basis of the received input data to conduct a formalised description of the logical and analytical activities of individuals, who make decisions, in the process of making decisions for the use of fire-fighters.

Keywords: formalisation, network model, target installation, fire-fighter, air target.

Ensuring the necessary level of automation of decision-making processes is complicated by the fact that is of course of combat work, individuals who make decisions use mainly their own knowledge and experience, which are formalised using well-known information technologies.

One of the promising areas of automation of decision-making processes is the improvement of mathematical and software of the complex of command post automation tools based on information technologies [1], which include, for example, modern network technologies, methods of distributed information processing, technologies of expert systems and so on.

It is proposed to use a network model of targets as a basic mathematical apparatus. The use of the network model of target installation provides that decision-making in difficult situation consists of in the formation of many relevant objectives, possible options for achieving them and in choosing the best set of action in a certain sense, which ensures the achievement of the objective set.

Objective formulation and setting is one of the main stages of objectives planning and management. In this context, the objective is characterized by:

the main area of interest – some problem to address which the objective must be formulated and achieved;

many states of physical reality objects, the achievement of which ensures the achievement of the objectives;

many states of physical reality objects that determine the direction of action to achieve the objective itself.

We will divide all the many objectives into basic, auxiliary and intermediate, as proposed in the works.

The main objectives determine the ways to solve the management tasks considered.

Auxiliary – objectives are those whose formulation is not directly included in the list of the objectives of the system, but their use is a prerequisite for the system to realize its functions or ensure the normal course of the computing process.

Intermediate objectives arise in the planning and implementation of actions to achieve the main objectives and express the necessary or sufficient conditions for obtaining the necessary or sufficient conditions for obtaining the necessary results of further actions.

The main and auxiliary objectives can, in turn, be permanent and operational.

Permanent objectives are formed regardless of the specific situation and are valid in relation to the whole variety of possible situation.

Operational objectives are an interpretation of permanent objectives according to the specific conditions of the situation that took place, their formulation indicates specific objects of the external environment or system. The final results are essential for the objective state. Each permanent objective can generate many operational objectives that must be achieved together. For example, the permanent objective “destroying an anti-radar missile” during the synthesis of solution options generates an operational objective to “destroy anti-radar missile carriers”, and the number of such targets is determined by the quantitative characteristics of “Carrier storehouse” and “Detected anti-radar missile carriers”.

The basis for presenting the process of achieving management objectives is the network model, which is a heterogeneous functional network.

The physical meaning of the vertices (nodes) of such a network is to determine the objectives of logical and analytical activities of combat crew personalities, which are achieved during the interaction between the operator and the decision support system, and the debt is the relationship between them [1].

In general, a formalized description of objectives may include many expressions connected by logical relationship between disjunction and conjunction. The objective is conjunctive if it requires the fulfillment of all its sub-objectives (the objectives of the lower level of the network hierarchy).

The logical sequence of achieving objectives is determined by the relationship between them.

In turn, these relationships can be divided into relations of subordination, provisions and action: relations of subordination - this type of relationship determines the necessary and sufficient conditions for achieving the objective without wasting time and resources (means of focused influence on external environment);

relations of provision – this type of relationship determines the sequence of achieving the highest objectives of the system from the lower level objectives for a certain period of time not related to the waste of material resources.

relations of actions – characterize the actions of the system with many, which determines their transition from one state to another and are necessary conditions for such a transition. This relationship allows a certain reserve of resources to be spent over a certain period of time.

All types of relations between objectives are relations of strict partial order, that is, they have the properties of antireflexivity, antisymmetry and transitivity.

The process of achieving the objective is a number of consecutive actions. The sequence of achievement of objectives is determined by the level of hierarchy, and at one level of hierarchy the achievement of objectives takes place in parallel [2]. Initial conditions are output references, the initial stage of achieving objectives.

The decision making process regarding the purpose of firefighters for the destruction air targets is a chain of logical conclusions combined with the solution of algorithmic problems.

The analysis of the target installation apparatus, presented in the form of a network model, indicates that the formalization apparatus allows you to formalize only a logical task. The impossibility of formalized description of algorithmic and calculated problems has necessitated the development of a formalization method, which allows expanding the descriptive capabilities of the generalized network model.

This will allow to adapt the process of manufacturing the solution for the use of AAD of the GF to changes in the situation, to increase or truncate the hybrid network model of target installations when the composition of the initial condition changes.

LIST OF USED SOURCES

1. Tymochko A. I. Network models for the formalization of knowledge about resources in decision support systems for managing dynamic objects. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*. 2014. № 2(15). P. 150-153.

2. Gerasimov B.M., Diviznyuk M.M., Subach I.Yu. Systems of support for decision-making: design, application, evaluation of efficiency: monograph. Sevastopol: *Scientific Research Center of the Armed Forces of Ukraine "State Oceanarium"*, 2004. 320 p.

Volkov Andrii Fedorovich, chief of the department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, vaf75takt@gmail.com

Drozdov Arsenii Romanovich, cadet, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ar.drozdov1@gmail.com

Волков Андрій Федорович, начальник кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, vaf75takt@gmail.com

Дроздов Арсеній Романович, курсант, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, ar.drozdov1@gmail.com

А.В. Василич, І.Ю. Кириця

ПЛАН СХОВИЩА ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Анотація

Події сьогодення змушують кожного задуматись про безпеку під час оголошення сигналу «тривога». Пропонуємо розроблений план сховища цивільного призначення у якому присутні інноваційні фрагменти та новітні технології.

Ключові слова: сховище цивільного захисту, безпека, «кам’яне серце», план, проект.

Annotation

Today's events make everyone think about safety when announcing the "alert" signal. We offer a developed plan of a civilian storage facility, which includes innovative fragments and the latest technologies.

Key words: civil protection repository, security, "stone heart", plan, project.

Відповідно до Кодексу цивільного захисту [1] захисними спорудами цивільного захисту є інженерні споруди, які призначені для захисту населення від впливу небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів. Згідно ст. 32 Кодексу до захисних споруд цивільного захисту належать сховища та протирадіаційні укриття.

Сховище – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів [2, 3, 4]. Пропонуємо готовий план розробленого нами сховища (рис. 1).

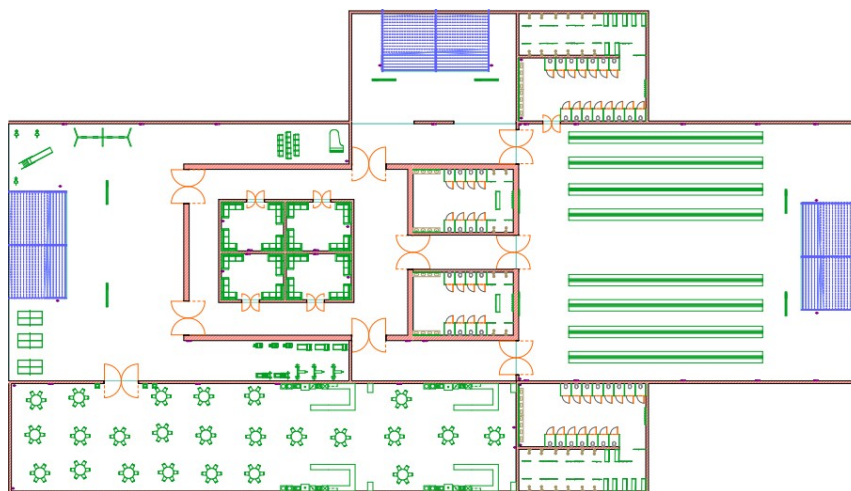


Рисунок 1 – План сховища

Дана робота особлива тим, що запроектовані такі зони та приміщення як дитячий майданчик, столова, душові, зона спортивного і культурного відпочинку та «кам’яне серце» (рис. 2). Окрім стандартного великого залу, тут наявні чотири окремі кімнати, які мають нетипове кольорове оформлення підлоги: сіра, жовта, синя та зелена. Справа у тому, що кожна людина під впливом навколишнього середовища по різному реагує на обставини, а кольори можуть або посилити або нормалізувати цей психологічний тиск. Згідно наукових досліджень та експериментів жовтий колір посилює бажання жити, ясність мислення, оптимізм та терпимість. Синій – знімає стрес, при тривалому контакті з кольором, у людини нормалізується артеріальний тиск, нормалізується серцевий ритм. Зелений – зменшує внутрішню паніку, додає психологічної стабільності. Сірий – допомагає поринути у роздуми, сприяє сну, притуплює гострі емоції.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Кожен може обрати собі зону, для покращення свого психологічного стану і у цьому мета кольорових підлог (рис. 2).

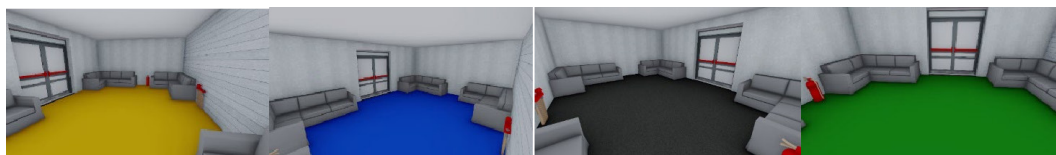


Рисунок 2 – Кімнати з нетиповим кольоровим оформленням підлоги

У проекті є так зване «кам’яне серце» – це певна група приміщень, що обладнані окремими незалежними вентиляційними та комунікативними каналами, системою мікроклімату, а також потовщеними стінами та перекриттям. Саме ця частина споруди може захистити групу людей кількістю 60 чоловік від радіаційної небезпеки. Приміщення включають у себе два окремих санвузла та чотири кімнати (рис. 3).

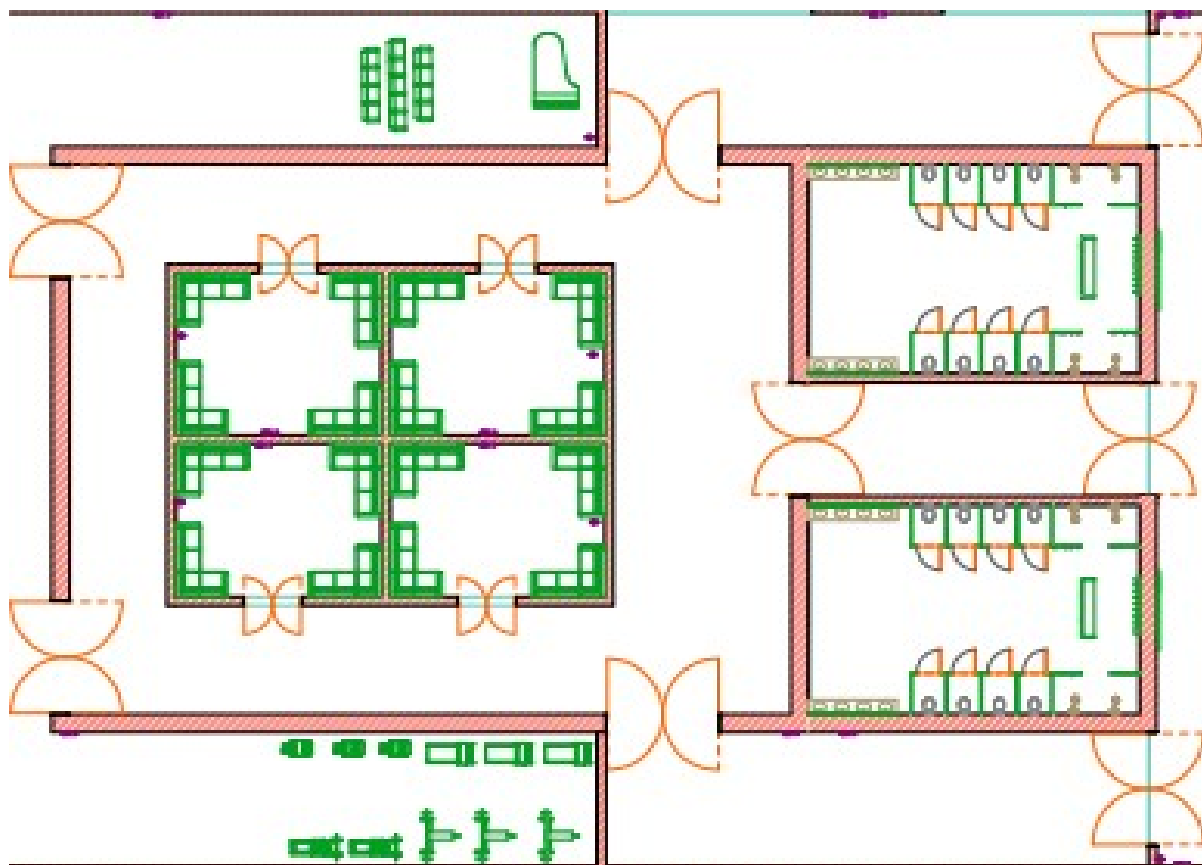


Рисунок 3 – «кам’яне серце»

Загалом цей проект має три незалежних виходи, чотири санвузла, загальну залу площею тисячу сто метрів квадратних, столову площею шістсот вісімдесят метрів квадратних, новітню систему пожежогасіння (рис. 4).



Рисунок 4 – Візуалізація приміщень сховища

Запропоновані в даній роботі ідеї зі створення плану сховища цивільного призначення передбачають захист людини не тільки на фізичному рівні, але й психологічному.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс цивільного захисту України – ВРУ №5403-VI, від 2.10.2012.
2. Покриття будівель та споруд. ДБН В.2.6-220:2017. Затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 06.06.2017 р. № 139. – Режим доступу: URL: https://eurobud.ua/uploads/files/pinoplast_norm_doc/dbn_v.2.6-220_2017.pdf
3. Horr A., Arif Y., Kaushik M. et al. Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature // Building and environment. 2016. Vol. 105. Pp. 369–389. 2. Global Networking for Green Roof
4. Смоляк В. В. Архітектура будівель і споруд (спецкурс, курсове проектування, основи світлофізики) : навчальний посібник / В. В. Смоляк, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, Н. В. Козинюк. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 84 с.

Василинич Анастасія Володимирівна – студентка групи Б-21б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com

Кириця Інна Юрійвна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: slk-vin@ukr.net

Vasylynch Anastasiia – student of group B-21b, Department of Building, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasilinichnastya@gmail.com

Kyrytsya Inna – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance, Theoretical Mechanics and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: slk-vin@ukr.net

А.А. Шалигін, О.М. Марченко, Ю.А. Шевченко

ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ ГРУПОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ НА МАЛИХ ВИСОТАХ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ ПРОВІДНИХ КРАЇН СВІТУ

Анотація. У доповіді розглянуто загальні тенденції групового застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на малих висотах, чинники невразливості груп БпЛА, приклади вироблення нових тактичних прийомів застосування. Наведені основні завдання застосування груп БпЛА та об'єкти для реалізації технології групового застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК).

Наведено відомості щодо базових принципів організації маловисотного польоту групи БпЛА та перспективи її застосування.

На основі аналізу останніх військових конфліктів вказано напрямки групового застосування БпЛА на малих висотах у збройних силах провідних країн світу.

Розглянуті дії по вдосконаленню групового застосування автономних БпЛА, за рахунок яких може досягатися підвищення ефективності дії груп БпЛА.

Ключові слова: групи БпЛА, принципи організації маловисотного польоту, основні напрямки застосування, чинники невразливості.

Abstract. The report examines the general trends in the group use of unmanned aerial vehicles (UAVs) at low altitudes, the factors of the invulnerability of groups of UAVs, examples of the development of new tactical methods of application. The main tasks of the application of groups of unmanned aerial vehicles and objects for the implementation of the technology of group application of unmanned aerial systems (UAVs) are given.

Information on the basic principles of organizing low-altitude flight of a group of unmanned aerial vehicles and the prospects for its application is provided.

Based on the analysis of recent military conflicts, directions for the group use of unmanned aerial vehicles at low altitudes in the armed forces of the leading countries of the world are indicated.

Considered actions to improve the group use of autonomous UAVs, due to which it is possible to increase the effectiveness of the actions of UAV groups.

Keywords: UAV groups, principles of low-altitude flight organization, main areas of application, invulnerability factors.

Одним із важливих напрямків використання БпАК є застосування БпЛА у складі змішаних груп, що включають пілотовані та безпілотні ЛА, або у складі автономно функціонуючих, але узгоджено керованих БпЛА. Групове узгоджене застосування БпЛА може суттєво підвищити продуктивність процесів.

Сучасні тенденції розвитку безпілотної авіаційної техніки, особливо з появою середніх та малих БпЛА, зумовлюють активізацію та актуальність розробок щодо використання БпЛА в інтересах збройних сил, при цьому передбачається застосування як однотипних, так і різнотипних апаратів в складі єдиного комплексу.

Такий комплекс створюється як бойова система, призначена для виконання наступних завдань:

– розвідувальні - моніторинг ділянок місцевості, надводної поверхні, повітряного простору, об'єктів промисловості та інфраструктури;

– картографування;

– спостереження за ділянками шосе, доріг, колій та транспортними засобами, що рухаються;

– пошук, виявлення та супровід військових об'єктів (цілей);

– ударні (бойові) - виявлення та поразка стаціонарних та рухомих об'єктів (цілей), коригування вогню артилерії, підсвічування цілей та контроль результатів нанесення удару;

– транспортні - доставка, переміщення повітрям різних вантажів.

Найбільш складними для реалізації завданнями є розвідка та виконання ударних функцій.

Ефективність і швидкість виконання поставлених перед БпЛА завдань суттєво зростає при їх груповому застосуванні. Цей напрямок стає актуальним та перспективним напрямом розвитку авіаційної науки та техніки.

Принципом розвідувально-ударних завдань є групове застосування БпЛА. Через те, що більшість військових об'єктів для розвідки та поразки є малорозмірними, і їхня велика кількість знаходиться на широкій території, успішне виконання завдання потребує застосування цільової групи БпЛА. Вважається, що групове застосування безпілотників забезпечить підвищення ефективності виконання завдань за рахунок скорочення часу виконання операцій, збільшення площі досліджуваної території або водної поверхні, можливості заміни збитого або виведеного з ладу безпілотника зі складу групи.

При застосуванні (у тому числі й груповому) БпЛА на малих висотах особлива увага має приділятися питанням безпеки, маневреності, точності збору та передачі інформації, а також ефективності застосування зброї.

Один із базових принципів групового застосування БпЛА на малих висотах полягає в тому, що чим вищий ризик їх застосування, тим вищі вимоги пред'являються до них.

Важливим завданням групового застосування БпЛА є оптимізація місць розміщення їх пускових установок (майданчиків), що забезпечує для кожного БпЛА групи мінімальні значення витрат підлітного часу до початку виконання бойового (польотного) завдання.

Аналіз перспектив групового застосування БпЛА на малих висотах у збройних силах провідних країн світу виявив застосування різних концепцій (розробку приблизних сценаріїв), з яких для питання, що розглядається, найбільше підходить концепція про роль БпЛА у боротьбі проти ешелонованих, багатощарових систем ППО.

На думку західних аналітиків, такі системи становитимуть серйозну небезпеку для БпЛА ще на далеких підступах до об'єктів, а для пілотованої авіації можуть виявитися взагалі непереборними.

Вирішальним чинником невразливості БпЛА в зонах ППО є скритність польоту за рахунок їх малої помітності в оптичному, інфрачервоному та інших діапазонах електромагнітного спектра, що досягається за допомогою використання технології “Стелс”. Мала вразливість/помітність БпЛА може бути забезпечена за рахунок їх дій на малих висотах польоту, великій дальності польоту, здатності створювати перешкоди засобам ППО, вражати їх, а також реагувати на протидію противника, проходячи ділянки маршруту в автономному режимі без використання випромінюючої апаратури.

Всі зазначені чинники та здатність до групових дій БпЛА сприяють виробленню нових тактичних прийомів. Наприклад, тривале патрулювання з елементами провокуючих дій угруповання БпЛА у районі розгортання елементів системи ППО противника. Перед керівництвом ППО противника така тактика поставить дилему: почати знищення угруповання і неминуче зазнати удару від непошкоджених БпЛА, або намагатися зберегти своє угруповання за рахунок маскування. Очевидно, що та й інша тактика є програшною.

За наявності потужної та інтенсивної протидії системи ППО противника у атакуючих військ практично не залишається шансів на успішне виконання бойового завдання. У цьому випадку останнім шансом може бути груповий пуск БпЛА із такою щільністю нальоту, що перевищує можливості ППО з його відбиття, з метою викликати вогонь на себе та вичерпати запаси зенітних керованих ракет (ЗКР) противника. При цьому експерти вважають, що відбувається зміна поняття “подолання протидії ППО”, бо йтиметься не так про подолання, як про провокування ППО. За розрахунками експертів, нападник ризикує втратити до 50% БпЛА зі збереженням можливості поразки об'єктів противника. Авіація поступово перетвориться на ефективного носія високоточної зброї, або як її називають у західних засобах масової інформації (ЗМІ), “піднощика боєприпасів”.

Перенасичення системи вогню сторони оборони такою кількістю цілей, яку вона технічно не може вразити - дуже старий тактичний прийом, і не лише у повітряній війні. Цей прийом вимагає залучення в атаці великої кількості сил і засобів: якщо той, хто обороняється не може знищити всі цілі, то його розгром стає нескладною справою (при правильно підрахованих можливостях сторони оборони). До сучасної ППО, яка будується навколо зенітних керованих ракет, це відноситься максимально.

Також, при аналізі сучасного стану та перспектив групового застосування безпілотних літальних апаратів на малих висотах у збройних силах провідних країн світу слід зазначити роботи американського стратегічного дослідницького центру - корпорації RAND по розробці сценарію “мисливець-винищувач”, згідно з яким група БпЛА (з двох або більше апаратів) відстежують одну і ту ж ціль набагато ефективніше одиночного апарату.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

Цікавими є роботи агентства з перспективних оборонних науково-дослідних розробок США (DARPA), зокрема проєкт CODE. Основна мета проєкту полягає у розробці групової автономності - нової унікальної можливості автономних систем озброєння, завдяки якій групи безпілотних апаратів зможуть працювати під управлінням одного оператора, а також проєкт створення літаків - “авіаносців”, які слугуватимуть платформою для запуску та подальшого повернення “роїв” невеликих недорогих БПЛА.

Інший великий проєкт із застосування груп БПЛА у військових цілях розробляється в “Управлінні військово-морських досліджень” (ONR) Міністерства оборони США. Робота отримала назву Low Cost UAV Swarm Technology - LOCUST (“Саранча”). За задумом, рій автономних дронів дозволяє отримувати значні тактичні переваги на полі бою. БПЛА у разі польоту роєм взаємодіють один з одним на основі децентралізованої архітектури. Запуск дронів при цьому може здійснюватися з безлічі різних платформ, встановлених на різних транспортних засобах, кораблях та літаках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Menthe L. Hura M. R.C. The Effectiveness Remotely Piloted Aircraft в Permissive Hunter-Killer Scenario. 2014. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR200/RR276/RAND_RR276.pdf. Дата доступу 10.11.2022.

2. Friendly “Gremlins” Could Enable Cheaper, More Effective, Distributed Air Operations. 2015. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.darpa.mil/news-events/2015-08-28>. Дата доступу 10.11.2022.

3. UAV partnership drives innovation. 2015. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.army.mil/article/160009/UAV_partnership_drives_innovation. Дата доступу 10.11.2022.

Шалигін Андрій Анатолійович – кандидат технічних наук. Старший науковий співробітник. Начальник науково-дослідного відділу розвитку, підготовки та застосування авіації Повітряних Сил науково-дослідного управління розвитку, застосування та забезпечення авіації Повітряних Сил наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (ХНУПС,) 61023, м. Харків-23, вул. Сумська, 77/79. E-mail: shalygin1605@gmail.com

Марченко Олександр Михайлович – науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку, підготовки та застосування авіації Повітряних Сил науково-дослідного управління розвитку, застосування та забезпечення авіації Повітряних Сил наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (ХНУПС), 61023, м. Харків-23, вул. Сумська, 77/79. E-mail: boss.inform@ukr.net

Шевченко Юрій Андрійович – науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку, підготовки та застосування авіації Повітряних Сил науково-дослідного управління розвитку, застосування та забезпечення авіації Повітряних Сил наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (ХНУПС), 61023, м. Харків-23, вул. Сумська, 77/79. E-mail: shevuran@gmail.com

Shalygin Andrii Anatoliyovych – Candidate of technical sciences. Senior researcher. Head of research department of the development, training and application of Air Force aviation of the research department of the development, application and maintenance of Air Force aviation of the Air Force Research Center of the Kharkiv National University of the Air Force. Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub (KhNUPS,) 61023, Kharkiv-23, str. Sumy, 77/79. E-mail: shalygin1605@gmail.com

Marchenko Oleksandr Mykhailovych – Scientific employee of the research department of the development, training and application of Air Force aviation of the research department of the development, application and maintenance of Air Force aviation of the Air Force Research Center of the Kharkiv National University of the Air Force. Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub (KhNUPS,) 61023, Kharkiv-23, str. Sumy, 77/79. E-mail: boss.inform@ukr.net

Shevchenko Yury Andriyovych – Scientific employee of the research department of the development, training and application of Air Force aviation of the research department of the development, application and maintenance of Air Force aviation of the Air Force Research Center of the Kharkiv National University of the Air Force. Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub (KhNUPS,) 61023, Kharkiv-23, str. Sumy, 77/79. E-mail: shevuran@gmail.com

A.F. Volkov, O.V. Lezik, A.V. Soliakov

INCREASING THE LEVEL OF PROTECTION OF CRITICAL FACILITIES OF THE ENERGY COMPLEX AGAINST HOSTILE ACTIONS FROM THE AIR DUE TO THE JOINT USE OF VARIOUS FORCES AND MEANS

Анотація: Важливість захисту об'єктів енергетичного характеру обумовлена важкими наслідками, які характеризуються руйнуваннями або знищенням інфраструктури та завданням значних економічних втрат.

Ключові слова: захист, критичний об'єкт, наслідки, засоби фізичного впливу, радіоелектронний вплив.

Abstract: The importance of protecting energy objects is due to serious consequences, which are characterized not only by the destruction or destruction of infrastructure, the task of significant economic losses.

Keywords: protection, critical object, consequences, means of physical influence, radio- electronic influence.

This paper examines the issue of the combined use of physical and radio-electronic influence during the protection of critical objects (CO), methods of determining the locations of physical influence means, which allows to evaluate the expected results of combined actions, as well as to develop scientifically based recommendations for their effective combined application as a part of special groups and develop proposals for their special actions in various conditions during the protection and preservation of cultural heritage, which is news.

The consequences of accidents at critical facilities of the energy complex are quite significant. It is because of this that it is necessary to pay more attention to the security of these objects, including their protection from aerial attacks. The experience of the leading countries of the world shows that the most effective protection of objects from air actions is a combination of efforts of special purpose means, for which it is advisable to consider some issues of compatibility of these means when protecting critical objects from actions or attacks from air. The study of these issues will allow to evaluate the expected results of joint actions, as well as to develop scientifically based recommendations for their effective application.

The consequences of accidents at important facilities are quite significant. This can be the destruction or destruction of infrastructure, the task of significant economic losses and, most importantly, it can lead to the loss of human life. The development of unmanned aircraft has opened up new opportunities for carrying out terrorist actions from the air against important objects.

Since October 10, 30% of Ukrainian power plants have been destroyed, which has led to massive power outages across the country. "There is no room left for negotiations with Putin's regime," Ukrainian President Volodymyr Zelenskyi said, calling the Russians' new tactics "terrorist."

On November 4, the Washington Post cited an estimate by Ukrainian officials that Russian strikes in recent weeks have destroyed approximately 40% of the country's vital energy infrastructure. The national power system was overloaded, and widespread rationing was introduced to prevent its power system from collapsing. According to the local authorities, on the night of November 3, Russian rockets caused additional damage, hitting energy and water infrastructure facilities in Kryvyi Rih.

When considering these issues, it is advisable to talk about the joint use of means of physical influence (fire means) and means of electromagnetic influence (means of radio-electronic warfare), while their joint use should be carried out taking into account the following approaches:

1. All flights of your aircraft over the object must be prohibited for the duration of measures to protect the CO.
2. Aircraft or their fragments, within the zone affected by fire means, must not fall on the territory of the CO. The modeling carried out in relation to the zone of debris fall made it possible to determine the dangerous distances of the location of the positions of fire equipment [1].
3. To deploy firearms, it is necessary to have previously equipped places along the entire zone (perimeter) that is intended for protection, or in the most threatening directions [1].

4. Before making a decision on the organization of the defense of a military base against actions or an attack from the air, it is necessary to assess the size of the object of protection and the area around it.

In each specific case, these factors must be taken into account when building a system of defense against air strikes.

5. The choice of locations on the terrain of firearms is a rather difficult task due to a significant number of conditions and restrictions.

In general, the scientific task of researching the combined actions of means of fire influence and radio-electronic warfare in the zone of defense of a military vehicle is multivariate. The number of options depends on the number and types of these tools.

The composition of means of fire influence and radio-electronic warfare and the order of their placement are mutually determined and closely interdependent. This relationship is caused, on the one hand, by those methodical approaches that exist to justify the optimal quantitative composition due to the necessary order of their placement, on the other hand, by the fact that any composition of means must be placed relative to the object of protection in a rational way. The effectiveness of joint actions depends both on the composition of the means and on the order of their placement, the parameters of which are the distance of the places of placement of means of fire influence and radio-electronic warfare from the boundaries of the object and the mutual distances between means of protection.

Thus, the process of protecting a military base from action or attack from the air is considered as a probabilistic process characterized primarily by the ratio of the forces of the parties.

So, it can be concluded that to evaluate the effectiveness of the combined actions of the means of fire influence and radio-electronic warfare, a generalized indicator was chosen in the form of a mathematical expectation of the number of aerial objects that did not complete their task, determined in relative terms [1]. Based on the value of this indicator, it is possible to evaluate the expected results of the actions of the means of fire influence and radio-electronic warfare, the level of losses of aircraft and the degree of their performance of tasks.

However, the reduction of the removal of the location of the electronic warfare equipment is limited by the possibility of defeating the object of protection when using a weapon that is self-guided to the radiation of the radio electronic warfare interference station.

For the deployment of means of fire influence in the CO area, a methodical technique of directed selection of possible variants of the quantitative composition of means of fire influence with their conditional deployment at fixed distances relative to the object of protection was used.

In order for the object to be protected by obstacles, it is necessary to place means of radio- electronic warfare at minimum distances from the CO, in the best case, directly on the CO.

Therefore, by applying these proposals, it is possible to significantly ensure the protection of both the object of protection and the civilian population from the aerial actions of terrorists.

LIST OF USED SOURCES

1. Modern priorities of the development of science in Ukraine: p. 3.1 / Inter. center for the development of science and technology; driver A.F. Volkov; executed O. V. Lezik, O. A. Tokar, Yu. O. Galkin - Kyiv, 2020. - state registration number 0119U103930.

Volkov Andrii Fedorovich, chief of the department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, vaf75takt@gmail.com

Lezik Oleksandr Vitaliyovych, candidate of Military Sciences, Associate Professor, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, ded0258@ukr.net

Solyakov Andrii Vyacheslavovych, cadet, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, soliakovandrey@gmail.com

Волков Андрій Федорович, начальник кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, vaf75takt@gmail.com

Лезік Олександр Віталійович, кандидат військових наук, доцент, доцент кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, vaf75takt@gmail.com

Соляков Андрій Вячеславович, курсант, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, soliakovandrey@gmail.com

А.М. Печкін, Д.А. Гриб, В.О. Тютюнник, І.В. Гурєєв

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ

Анотація

Запропоновано модель застосування наземних радіолокаційних засобів, що дозволило оцінити часові параметри ведення радіолокаційної розвідки.

Ключові слова: радіолокаційна розвідка, граф, застосування, радіолокаційні засоби, множина станів, перехідні процеси.

Annotation

A model of the use of ground-based radar equipment was proposed, which made it possible to estimate the time parameters of conducting radar reconnaissance.

Keywords: radar reconnaissance, graph, application, radar means, set of states, transient processes.

Організація застосування наземних засобів ведення радіолокаційної розвідки (НРЛЗ) на гранично малих висотах (ГМВ) визначаються вимогами ведення радіолокаційної розвідки (РЛР) в зоні прямої видимості. В умовах масованого застосування російською федерацією бойової авіації на ГМВ проти України, виникає об’єктивна необхідність ведення РЛР на ГМВ в межах усією територією країни, що вимагає використання значних ресурсів різного характеру.

Метою роботи є вдосконалення моделі застосування за призначенням наземних радіолокаційних засобів.

Ефективність застосування НРЛЗ залежить як від їх тактико-технічних, так і від організаційної структури РЛР. Розглядається сукупність множин станів НРЛЗ за наступними ознаками:

множина технічних станів **T**: T_1 – боєздатний, T_2 – не боєздатний, T_3 – втрачений;

множина станів місця знаходження **M**: M_0 – база зберігання, M_1 – позиція застосування, M_2 – резервна позиція, M_3 – площадка технічного обслуговування, M_4 – ремонтний орган, M_5 – на марші;

множина станів використання **B**: B_0 – не використовується, B_1 – використовується за призначенням, B_2 – згорнутий в резерві, B_3 – розгорнутий в резерві, B_4 – передислокування, B_5 – технічне обслуговування, B_6 – капітальний ремонт, B_7 – відновлення.

Перетин $M \cap B = C$ утворює множину можливих станів НРЛЗ, які мають фізичну інтерпретацію для їх подальшого аналізу приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Можливі стани НРЛЗ.

$M \cap B = C$		Номер елементів B							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Номер елементів M	0	C_{00}	-	-	-	-	-	-	-
	1	-	C_{11}	C_{12}	C_{13}	-	C_{15}	-	C_{17}
	2	-	C_{21}	C_{22}	C_{23}	-	-	-	C_{27}
	3	-	-	-	-	C_{34}	C_{35}	-	C_{37}
	4	-	-	-	-	-	-	C_{46}	C_{47}
	5	-	C_{51}	-	-	-	-	-	-

Граф застосування НРЛЗ для визначених вище станів приведений на рис. 1.

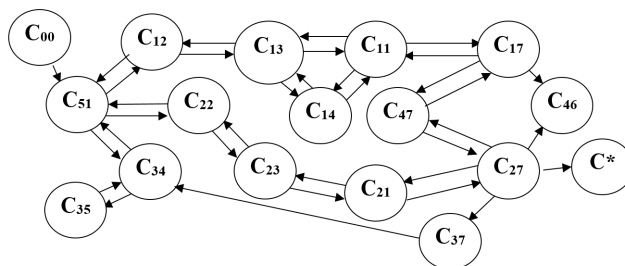


Рис. 1. Граф застосування НРЛЗ

Інтенсивність переходів з одного стану в інший визначається тактико-технічними характеристиками НРЛЗ, вибором варіанта організаційної структури і параметрів систем ремонту і ресурсного забезпечення застосування НРЛЗ. Для періодів підготовки, застосування і відновлення НРЛЗ можливо виключити окремі стани, на час аналізу цих періодів.

Аналіз застосування НРЛЗ в умовах вогневого впливу потребує визначення трьох станів:

$C_1 = C_{11}$ – на позиції, використовується за призначенням;

$C_2 = C_{13}$ – на позиції, розгорнутий в резерві;

$C_0 = C^*$ – втрачений.

Для цього випадку граф застосування НРЛЗ приведений на рис. 2.

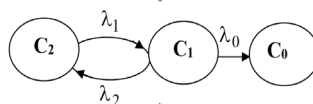


Рис. 2. Спрощений граф застосування НРЛЗ

Процес застосування НРЛЗ у цьому випадку описується системою диференціальних рівнянь:

$$P_2(t) = -\lambda_1 \cdot P_2(t) + \lambda_2 P_1(t);$$

$$P_1(t) = -(\lambda_2 + \lambda_0)P_1(t) + \lambda_1 P_2(t); \quad (1)$$

$$P_0(t) = \lambda_0 P_0(t).$$

де λ_0 – інтенсивність потоку бойових ушкоджень РЛЗ;

λ_1 – інтенсивність переведу РЛЗ в стан бойового застосування;

λ_2 – інтенсивність переведу РЛЗ в стан резерву;

$P_0(t), P_1(t), P_2(t)$ – функція залежності імовірності знаходження НРЛЗ в одному з станів – втрачений, бойового застосування і резерву відповідно.

На рис. 3 наведені результати розрахунків $P_0(t), P_1(t), P_2(t)$ для наступних умов: , тривалість застосування НРЛЗ 10 хв., тривалість знаходження у резерві 30 хвилин, тривалість підготовки до застосування зброї противником по НРЛЗ 20 хв.

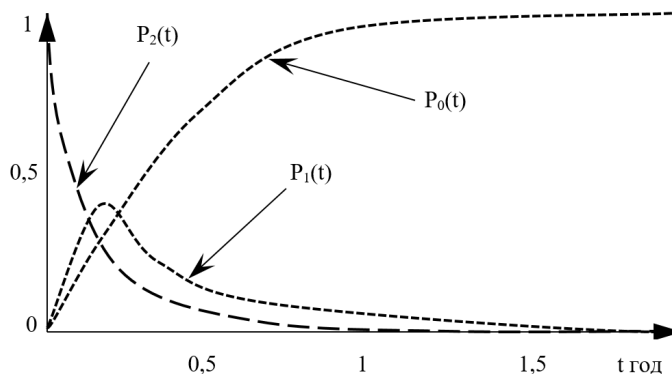


Рис. 3. Залежність зміни імовірності стану НРЛЗ

Аналіз результатів дослідження дозволяє зробити наступні висновки для організації управління угрупованнями НРЛЗ з урахуванням наведених умов застосування:

при перебільшенні часу застосування 50 хв., за результатами ударів противника НРЛЗ з імовірністю не менше 0,9 перейде до стану – втрачений;

відновлення втрачених НРЛЗ шляхом проведення ремонту або постачання нових НРЛЗ для вирішення оперативних завдань РЛР (протягом не більше доби) буде неможливим;

для забезпечення РЛР протягом тривалого часу необхідні резерви НРЛЗ, обмеження часу застосування на одній позиції, своєчасне здійснення маневру НРЛЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Удосконалення методики розрахунку коефіцієнта стиснення зони виявлення цілей оглядовими РЛС за умов дії активних шумових завод / В. Й. Климченко, О. В. Белавін, В. О. Тютюнник, А. А. Лук'янчиков // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2019. - № 4. - С. 73-79.

2. Ярош С.П. Теоретичні основи побудови та застосування розвідувально-управляючих інформаційних систем протиповітряної оборони : монографія / С.П. Ярош ; за заг. ред. І.О. Кириченка. –Х. : ХНУПС, 2012. –512 с.

3. Демідов Б.О. Методологічні й системотехнічні аспекти інформаційного забезпечення управління системами військового призначення та діяльності в оборонній сфері : монографія / О.Ф. Велічко, Д.А. Гриб, Б.О. Демідов и др.; за ред. Б.О. Демідова, О.П. Коростельова. – Т. 1. –К. : Видавничий дім “СтілоС”, 2021. –624 с.

Печкін Андрій Миколайович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного управління, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: andrnic28@gmail.com

Гриб Дмитро Анатолійович – канд. військ. наук, доцент, головний науковий співробітник науково-дослідного управління, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, kncpc@i.ua

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

Гурсев Іван Володимирович – ад'юнкт, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: sms5000sms@gmail.com

Piechkin Andrii M. — Candidate of Technical Sciences Senior Researcher Head of Research Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, email: andrnic28@gmail.com

Grib Dmitry A. — Candidate of Military Sciences Associate Professor Chief Research of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, email : kncpc@i.ua

Tiutiunnyk Vladyslav O. — Candidate of Technical Sciences Senior Research Chief of Research Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, email: tvlad1970@gmail.com

Hurieiev Ivan V. — Doctoral Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, email: sms5000sms@gmail.com

УДК 681.3

А.М. Савельєв, Д.М. Запара, С.В. Новіченко, В.Ф. Третяк, В.І. Кривчун

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНО-РОЗРАХУНКОВОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ "АРГУМЕНТ - 2022"

Анотація

Наведено структуру, показники оцінки ефективності та основні властивості інформаційно-розрахункової системи “АРГУМЕНТ–2022”, яка призначена для підтримки прийняття рішення командиром частини ЗРВ при виборі бойового порядку частин та підрозділів ЗРВ і оцінки ефективності бойових дій угруповання ЗРВ, яке створено.

Ключові слова: підтримка прийняття рішення, інформаційно-розрахункова система.

Abstract

The structure, performance evaluation indicators and main properties of the “ARGUMENT-2022” information and calculation system, which is designed to support the decision-making by the commander of the ZRV unit when choosing the order of battle of ZRV units and units and assessing the effectiveness of combat operations of the created ZRV group, are presented.

Keywords: decision support, information and calculation system.

Інформаційно-розрахункова система “Аргумент–2022” призначена для підтримки прийняття рішення командиром частини ЗРВ при виборі бойового порядку частин та підрозділів ЗРВ і оцінки ефективності бойових дій угруповання ЗРВ яке створено [1-5].

Метою роботи є розглянути структуру, особливості програмного забезпечення та математичний апарат інформаційно-розрахункової системи “Аргумент–2022”.

Програмне забезпечення інформаційно-розрахункової системи забезпечує:

- відображення тактичної обстановки угруповання ЗРВ та військ що прокриваються на цифровій карті;
- розрахунок кутів закриття і побудова профілів місцевості;
- розрахунок зони радіолокаційної видимості радіоелектронних засобів з урахуванням рельєфу місцевості;
- розрахунок зон поразки ЗРК (вогню) на заданих користувачем висотах дій повітряного противника;
- розрахунок кратності перекриття реалізованих зон поразки;
- розрахунок кількості стрільб ЗРК до рубежів виконання бойових завдань;
- розрахунок маневрених можливостей частин і підрозділів ЗРВ;
- оцінка ефективності бойових дій частин та підрозділів ЗРВ.

До вхідної інформації (дані для ініціалізації програми) відноситься наступна:

- район на карті в якому розміщуються угруповання ППО та параметри відображення карти;
- цифрова модель місцевості;
- бойовий склад, озброєння частин та підрозділів ППО;
- бойовий порядок угруповання ППО;
- тактико-технічні характеристики озброєння ППО;
- бойовий склад, озброєння частин та підрозділів противника;
- параметри нальотів засобів повітряного нападу.

Структура інформаційно-розрахункової системи "АРГУМЕНТ 2022" наведена на рис. 1.

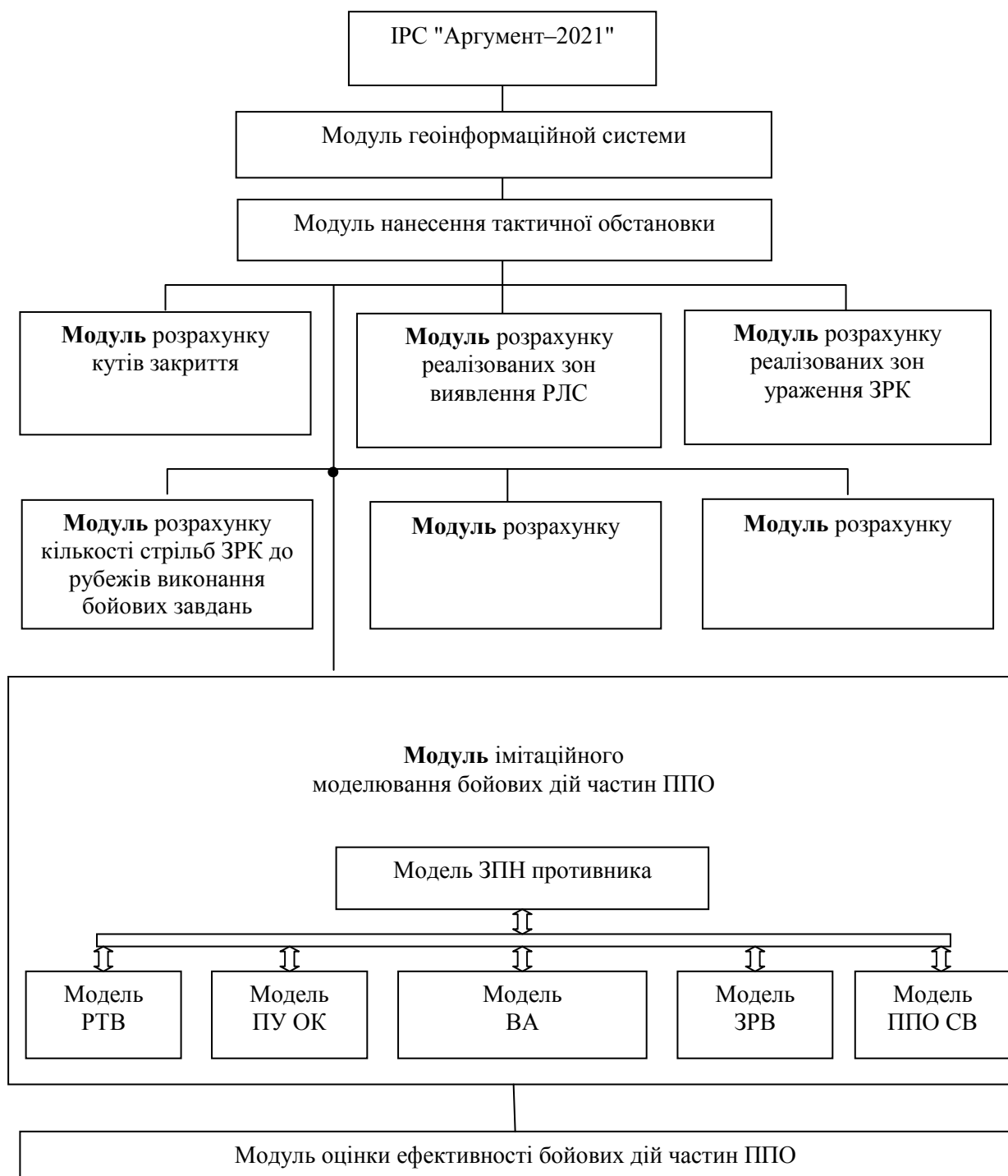


Рисунок 1 - Структура інформаційно-розрахункової системи

Вихідною інформацією інформаційно-розрахункової системи є:

- відображення тактичної обстановки угруповання ЗРВ та військ що прокриваються на цифровій карті;
- розрахунок кутів закриття і побудова профілів місцевості;
- графічне зображення реалізованих зон виявлення РЛС з урахуванням рельєфу місцевості;
- графічне зображення реалізованих зон ураження ЗРК РЛС з урахуванням рельєфу місцевості;
- розрахунок кратності перекриття реалізованих зон поразки;
- розрахунок кількості стрільб ЗРК до рубежів виконання бойових завдань;
- результати моделювання бойових дій угруповання ППО у вигляді таблиць

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

- оцінка ефективності бойових дій частин та підрозділів ППО.
- В програмних модулях системи використовується наступний математичний апарат [1-5]:
- алгоритм розрахунку кутів закриття;
 - алгоритм розрахунку реалізованих зон виявлення РЛС, з урахуванням рельєфу місцевості;
 - алгоритм розрахунку реалізованих зон ураження ЗРК, з урахуванням рельєфу місцевості;
 - алгоритм розрахунку кількості стрільб ЗРК до рубежів виконання бойових завдань;
 - алгоритм оцінки показників ефективності застосування міжвидових (різнорідних) сил і засобів ППО ОК;
 - алгоритм знаходження найкоротшого маршруту при русі по автошляхам.

Інформаційно-розрахункова система "АРГУМЕНТ 2022" використовується в штабах Повітряних Сил Збройних Сил України, штабі зенітної ракетної бригади (полку), командному пункті зенітного ракетного дивізіону для підтримки прийняття рішення на бойові дії, а також є інтерактивною і часових обмежень на її роботу не існує.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савельєв , А., Запара , Д., Коломійцев , О., Новіченко , С., Деменко , М., Доска , О., Третяк , В., Кривчун , В., Семенченко , С., & Корнев , О. (2022). Системи координат, які використовуються у інформаційно-розрахунковій системі «АРГУМЕНТ-2021». ГРААЛЬ НАУКИ, (16), 211–221
2. Савельєв, А., Запара, Д., Новіченко, С., Коломійцев, О., Деменко, М., Третяк, В., Кривчун, В., Довгалок, Д., Пустоваров, В., & Любченко, О. (2022). Модель універсального командного пункту в інформаційно-розрахунковій системі «Аргумент–2022». *Scientific Collection «InterConf+»*, (25(125), 258–270
3. Савельєв А.М., Запара Д.М., Новіченко С.В., Коломійцев О.В., Деменко М.П., Доска О.М., Третяк В.Ф., Кривчун В.І., Пустоваров В.В., Рибальченко А.О.(2022). Інформаційна технологія оцінки координат по та видачі їх на відповідний КП в інформаційно-розрахунковій системі “АРГУМЕНТ–2022” // *ScientificCollection «InterConf»*,(123): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Science in the environment of rapid changes» (September 6-8, 2022). Brussels, Belgium; pp. 309-315
4. Савельєв А.М., Запара Д.М., Новіченко С.В., Коломійцев О.В., Деменко М.П., Доска О.М., Третяк В.Ф., Кривчун В.І., Пустоваров В.В., Рибальченко А.О.(2022). Інформаційна технологія побудови оптичної зони видимості РЛС в інформаційно-розрахунковій системі “Аргумент–2022” // *Scientific Collection «InterConf»*,(122): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Diversity and Inclusion in Scientific Area» (August 26-28, 2022). Warsaw, Poland; pp. 309-315
5. Савельєв А.М. Запара Д.М. Коломійцев О.В. Новіченко С.В. Деменко М.П. Доска О.М. Третяк В.Ф. Кривчун В.І. / Системи координат, що використовуються в моделі засобів повітряного нападу противника геоінформаційної системи для підтримки прийняття рішення командиром частини (підрозділу) ЗРВ на бойові дії «АРГУМЕНТ–2021» // *Scientific Collection «InterConf»*, (112): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Scientific Progressive Methods and Tools» (June 16-18, 2022). Riga, Latvia; pp. 385-390

Савельєв Андрій Миколайович – науковий співробітник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування ЗРВ Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку, застосування та забезпечення ЗРВ та РТВ Повітряних Сил) наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків.

Запара Денис Михайлович – кандидат військових наук, начальник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування ЗРВ Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку, застосування та забезпечення ЗРВ та РТВ Повітряних Сил) наукового

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків.

Новіченко Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування ЗРВ Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку, застосування та забезпечення ЗРВ та РТВ Повітряних Сил) наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, novichenko_s@ukr.net

Третяк Вячеслав Федорович – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, науковий співробітник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування ЗРВ Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку, застосування та забезпечення ЗРВ та РТВ Повітряних Сил) наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, slava_tr@ukr.net

Кривчун Валерій Іванович – науковий співробітник, науковий співробітник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування ЗРВ Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку, застосування та забезпечення ЗРВ та РТВ Повітряних Сил) наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків.

Andrii Saveliiev – Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv.

Denys Zapara – Cand. Sc. (Eng.), AssociateProfessor, Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv.

Serhii Novichenko – Cand. Sc. (Eng.), AssociateProfessor, research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv, novichenko_s@ukr.net

Viacheslav Tretiak – Cand. Sc. (Eng.), AssociateProfessor, research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv, slava_tr@ukr.net

Valerii Kryvchun – Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv.

А.О. Семенов, Н.М. Орлов, Р.В. Тесля

НАДШИРОКОСМУГОВА ЛОГОПЕРІОДИЧНА ВІБРАТОРНА АНТЕНА

Анотація

У роботі проведено розробку надширокосмугової логоперіодичної плоскої вібраторної антени для метрового діапазону частот. Створено модель антени і проведено дослідження частотних характеристик за допомогою програми MMANA-GAL v.1.2.0.20.

Ключові слова: Антена, вібратор, радіохвиля, діаграма спрямованості, коефіцієнт підсилення.

Abstract

In work, an ultra-wideband log-periodic flat vibrator antenna was developed for the meter frequency range. An antenna model was created, and frequency characteristics were studied using the MMANA-GAL v.1.2.0.20 program.

Keywords: Antenna, vibrator, radio wave, radiation pattern, gain.

Основна проблема системи радіозв'язку - це збільшення радіусу дії. Радіус дії залежить від енергетичного потенціалу системи зв'язку, що визначається потужністю передавача, чутливістю приймача та коефіцієнтом підсилення антени. Енергетичний потенціал радіопередавального пристрою можна збільшити за рахунок підвищення потужності передавача або шляхом підвищення ефективності передавальної антени. Потужність передавача зазвичай обмежена для кожного конкретного класу засобів зв'язку.

Збільшити чутливість приймача, як правило, не вдається, так як в сучасних приймачах вже прийняті всі заходи для підвищення чутливості. Тому реально підвищити чутливість приймача можна лише за рахунок застосування спрямованих антен, так як вони адсорбують падаючу енергію електромагнітного поля і з деякої площі в приймач потрапляє сигнал набагато більшої потужності. Тому, актуальною задачею є підвищення енергетичної ефективності антено-фідерного тракту передавального та приймального пристроїв [1-3].

Метою роботи є розроблення конструкції надширокосмугової логоперіодичної вібраторної антени та дослідження її частотних характеристик.

Конструкція надширокосмугової логоперіодичної вібраторної антени

Серед антен невеликої спрямованості з коефіцієнтом спрямованої дії КСД=10-11 дБ найбільш зручними є логоперіодичні плоскі вібраторні антени. Логоперіодичні плоскі вібраторні антени забезпечують хороші електродинамічні характеристики практично в будь-якій смузі частот робочого діапазону, маючи при цьому кращі, ніж в інших типів вібраторних антен, масогабаритні характеристики. Останнє значно покращується застосуванням частково друкованих та друкованих логоперіодичних антен, а також плоских логоперіодичних антен з кусково-лінійними вібраторами [1-3].

Основною їх перевагою є те, що вони дозволяють забезпечити добрі електричні характеристики практично в будь-якій заданій смузі частот, а їх габарити і вагові характеристики значно менші, ніж в антен інших відомих типів. Зменшення габаритів особливо помітне для антени з порівняно невеликим робочим діапазоном частот. До переваг логоперіодичних антен можна віднести відсутність елементів настройки [1-3].

У роботі автори розробили конструкцію надширокосмугової логоперіодичної вібраторної антени, яка показана на рис. 1. Основними параметрами такої антени є: 1) Мінімальна довжина хвилі (максимальна частота) робочого діапазону 1 м (300 МГц); 2) Максимальна довжина хвилі (мінімальна частота) робочого діапазону 10 м (30 МГц); 3) Коефіцієнт перекриття за частотою 10; 4) Кількість елементів структури (вібраторів) 11; 5) Довжина плеча першого (найдовшого) симетричного вібратора, що є резонансним на мінімальній частоті робочого діапазону 2,5 м; 6) Довжина плеча останнього (найкоротшого) симетричного вібратора, що є резонансним на

максимальній частоті робочого діапазону 0,25 м; 7) Кут між лінією, що проходить через кінці вібраторів та віссю антени $14,54^\circ$.

Результати дослідження просторових і частотних характеристик антени наведені на рис. 2 – рис. 4.

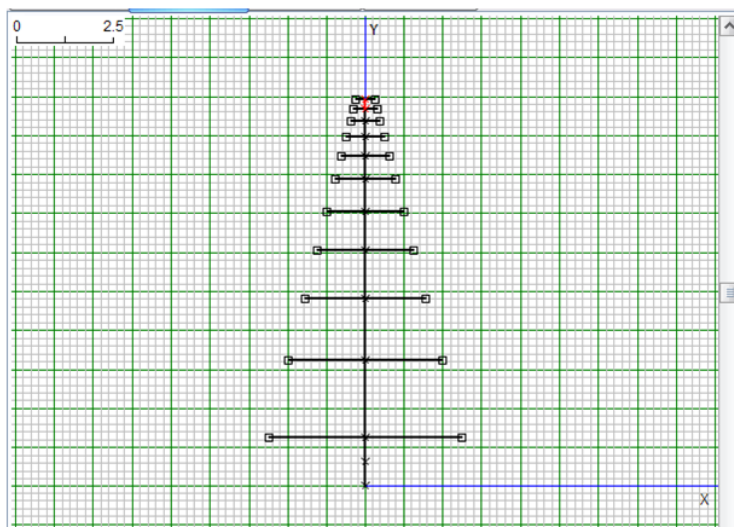


Рисунок 1 – Горизонтальна проекція антени

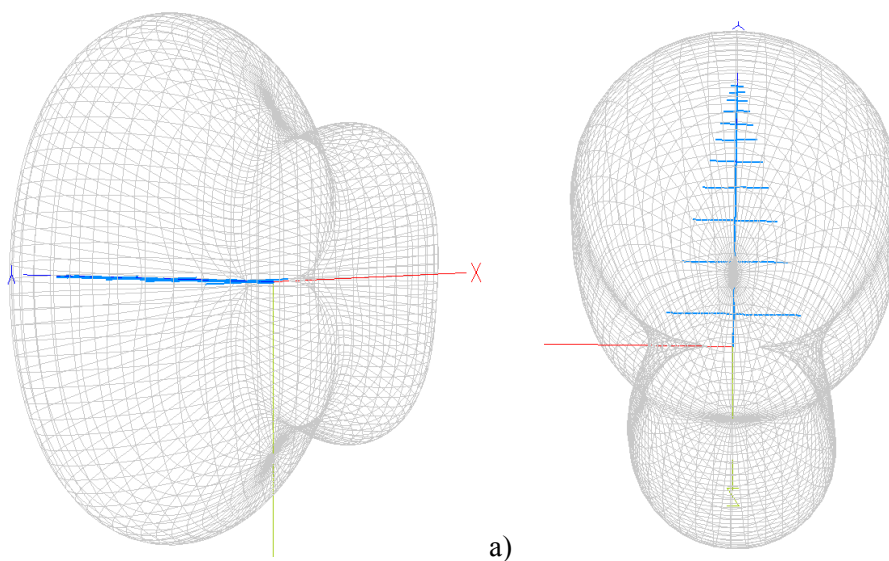


Рисунок 2 – Просторова діаграма спрямованості надширококугової логоперіодичної вібраторної антени: а) вигляд збоку; б) вигляд згори

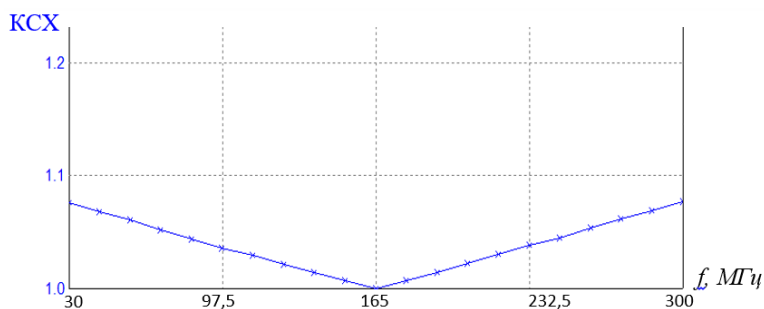


Рисунок 3 – Графік залежності КСХ від частоти

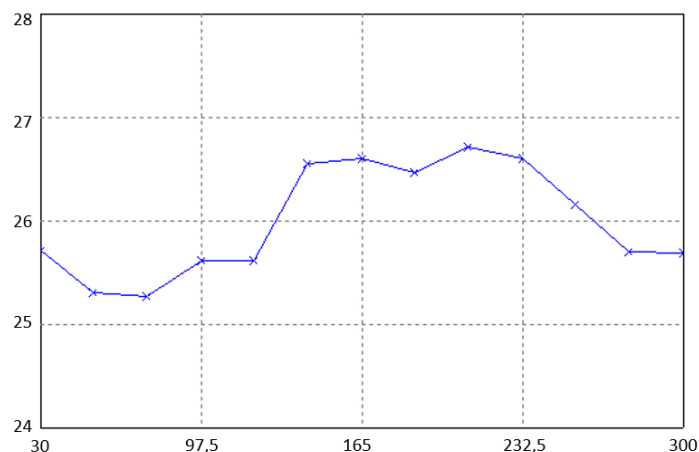


Рисунок 4 – Графік залежності коефіцієнта підсилення антени від частоти

У роботі автори розробили конструкцію логоперіодичної плоскої вібраторної антени, що працює в метровому діапазоні. В результаті досліджень були отримані результати, що доводять відносно малі зміни електродинамічних характеристик антени (коефіцієнта стоячої хвилі, коефіцієнта спрямованої дії, діаграми спрямованості та коефіцієнта підсилення антени) при зміні частоти всередині робочого діапазону. Тобто антена може працювати на будь-якій з номінальних частот. Зміна просторової діаграми спрямованості залежить від висоти розташування антени і від частоти (довжини хвилі). Тому при встановленні антени потрібно обрати оптимальну висоту розташування, на якій буде забезпечуватись необхідний коефіцієнт спрямованої дії вздовж осі чи при заданих зенітних кутах на будь-якій з робочих частот. При використанні антени для дуплексного зв'язку може бути достатньо забезпечення КСД лише на двох частотах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патент на корисну модель України 113095 по класу МПК 2006.01 G01S 7/03. Складана логоперіодична вібраторна антена / Слюсарчук О. О., Стейскал А. Б., Мороз М. В. // Дата подання заявки 05.07.2016, номер заявки у 2016 07282. Опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1. – 6 с.
2. Патент на корисну модель України 144434 по класу МПК 2006.01 G01S 7/03. Дводіапазонна широкосмугова логоперіодична вібраторна антена / Слюсарчук О. О., Руденко В. В., Мороз М. В., Поліський О. М. // Дата подання заявки 26.05.2020, номер заявки: у 2020 03177. Опубл. 25.09.2020, Бюл. № 18. – 6 с.
3. Семенов А.О., Шутило М.А., Луцький Є.Ф., Зубарєв О.В. Дослідження впливу поверхні землі на спрямовані властивості пасивних логоперіодичних антен цифрового телебачення стандартів DVB-T і DVB-T2. Збірник тез доповідей II міжнародної конференції «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах», 29-31 жовтня 2013 року, Вінниця. Вінниця: ВНТУ, 2013. С. 206-208.

Семенов Андрій Олександрович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри ІРТС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Орлов Назарій Максимович — студент групи РТ-21м, кафедра ІРТС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mnt17b.orlov@gmail.com

Тесля Роман Володимирович — студент групи РТ-21м, кафедра ІРТС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: roma.tieslia@gmail.com

Semenov Andriy Oleksandrovych — Dr. Sc. (Eng.), Full Professor, Professor of the Departments of IRTS, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Orlov Nazarii Maksymovych — student of group РТ-21м, Departments of IRTS, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mnt17b.orlov@gmail.com

Teslya Roman Volodymyrovych — student of group РТ-21м, Departments of IRTS, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: roma.tieslia@gmail.com

А.П. Поляков, В.О. Даниленко

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛЯ В РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ РОБОТІ ДВИГУНА ЗА ДИЗЕЛЬНИМ І ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ЦИКЛАМИ

Анотація

Розглянуто результати дослідження впливу на показники вантажного автомобіля переобладнання дизеля на роботу за газодизельним циклом при русі за міським їздовим циклом з різним навантаженням.

Ключові слова: показники автомобіля; природний газ; газодизель; шкідливі речовини; переобладнання дизелів.

Abstract

The results of the study of the impact on the indicators of a truck of diesel conversion to work on a gas-diesel cycle while driving on an urban driving cycle with different loads are considered.

Keywords: car indicators; natural gas; gas diesel; harmful substances; conversion of diesel engines.

Для дослідження впливу переобладнання дизеля у газодизель на паливну економічність автомобіля в умовах експлуатації була використана математична модель руху вантажного автомобіля міським їздовим циклом (ГОСТ 20306-90) загальною довжиною 1000 м.

В результаті проведення розрахунків показників автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем Д-245.7 були отриманні залежності швидкості V , км/год в процесі руху автомобіля за їздовим циклом при роботі двигуна автомобіля за дизельним і газодизельним циклами при завантаженні M_b від 0 до 4000 кг.

За результатами досліджень були побудовані залежності швидкості руху автомобіля ГАЗ-3309 за міським їздовим циклом відтворені шляхом розрахунку на математичній моделі при роботі за дизельним і газодизельним циклами рис. 1.

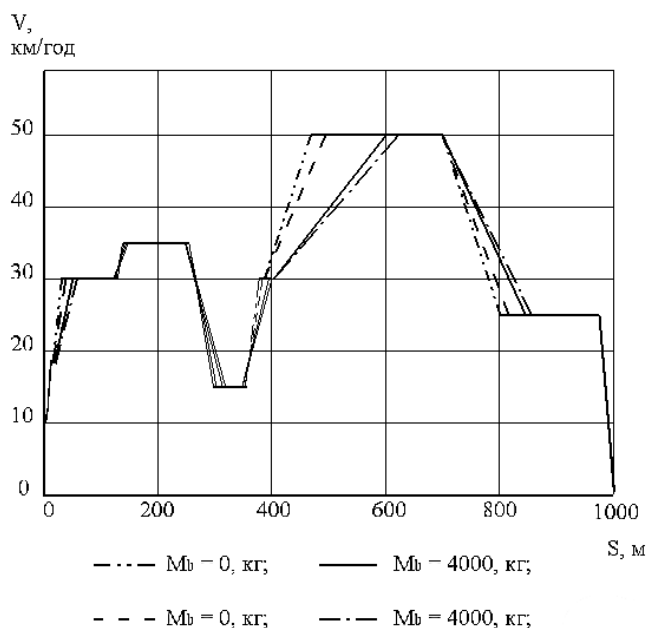


Рисунок 1 - Залежність швидкості руху автомобіля ГАЗ 3309 в їздовому циклі при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами при різних завантаженнях [3]

Як видно з показаних залежностей характер руху автомобіля при збільшенні навантаження при роботі за дизельним циклом майже не відрізняється від руху при роботі за газодизельним циклом, оскільки залежність значення крутного моменту від частоти обертання колінчастого валу двигуна і положення важеля керування паливоподачею майже однакова для обох циклів. Різниця спостерігається при розгоні автомобіля на четверті передачі. Це пояснюється різницею у масі спорядженого автомобіля до і після переобладнання, яка становить 500 кг.

В процесі розрахунку на математичній моделі при імітації руху вантажного автомобіля ГАЗ-3309 за їздовим циклом були отримані дані, що характеризують автомобіль як споживача дизельного палива та стисненого природного газу при значеннях завантаження M_b від 0 до 4000 кг (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльні результати витрати дизельного палива та стисненого природного газу автомобіля за 1000 м їздового циклу при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами при різних завантаженнях

Параметр	M_b , кг				
	0	1000	2000	3000	4000
Дизельний цикл					
$G_{дп}$, кг	0,1783	0,1938	0,2087	0,2232	0,2370
Газодизельний цикл					
$G_{газ}$, кг	0,0680	0,0670	0,0658	0,0644	0,0630
$G_{дп}$, кг	0,1055	0,1160	0,1290	0,1415	0,1532
Зменшення витрати дизельного палива					
%	62	65	68	71	73

На основі отриманих результатів та використовуючи нижчі теплоти згоряння дизельного палива та стисненого природного газу була побудована залежність теплоти згоряння паливоповітряної суміші при роботі за дизельним і газодизельним циклами при різних навантаженнях (рис. 4.2).

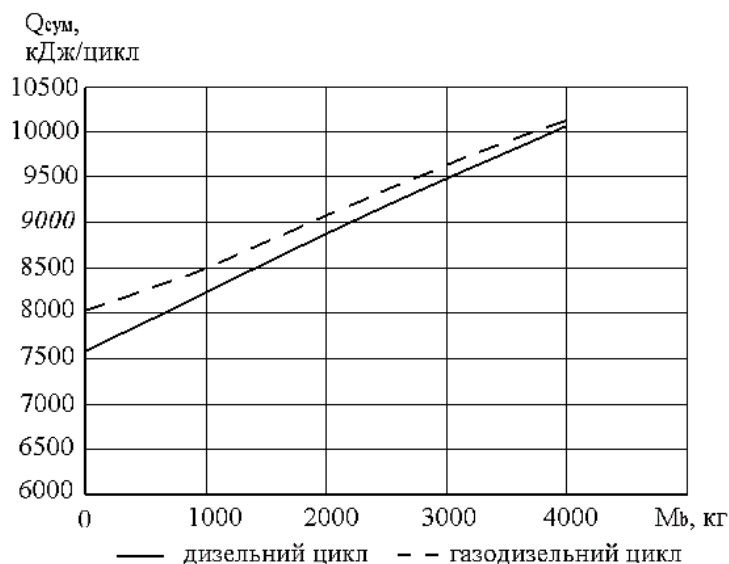


Рисунок 2 - Залежність теплоти згоряння паливоповітряної суміші при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами при різних навантаженнях за цикл.

За результатами проведеного дослідження, як видно з рисунку 2, можна зробити наступні висновки: сумарна теплота згоряння паливоповітряної суміші за газодизельним циклом більша ніж при роботі за дизельним циклом. При зростанні навантаження різниця зменшується: так

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

при навантаженні $M_b = 0$ кг різниця становить 6%, а при максимальному навантаженні, $M_b = 4000$ кг, різниця становить 0,6%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галышев Ю.В. Перспективы применения газовых топлив в ДВС. / Ю.В. Галышев, Л.Е. Магидович. – Двигателестроение. 2001. – №3, с. 31-34.
2. Хачиян А.С. Использование природного газа в качестве топлива для автомобильного транспорта / А.С. Хачиян – Двигателестроение, 2002. - № 1. -с. 34-36.
3. Назаренко М.Б. Обґрунтування доцільності переобладнання дизеля вантажного автомобіля для роботи за газодизельним циклом / М.Б. Назаренко – Автошляховик України. – 2009., –№3, – с. 11.
4. Коробов С.С. Дослідження впливу використання біодизеля в якості палива для двигуна на технічні показники автомобіля / Коробов С.С., Галушак Д.О. – Вісник СевНТУ, 2013 –№143. – с.88-91.

Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Даниленко Владислав Олегович — слухач групи 04-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dvo123@ukr.net

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

Danylenko Vladyslav O. — student of group 04-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dvo123@ukr.net

А.П. Поляков, О.І. Жученко

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО РИНКУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Анотація

Автомобільний транспорт є найбільш гнучким і масовим видом транспорту. Основна частина автомобільного парку країни експлуатується в нетранспортних організаціях. При цьому мережа автомобільних доріг разом з парком комерційних автомобілів використовується також автомобілями, що знаходяться в особистому користуванні громадян. Отже, проблеми розвитку автомобільного транспорту носять комплексний характер.

Ключові слова: логістика, перевізник, транспортна операція, термінальне перевезення, ринок перевезень.

Abstract

Road transport is the most flexible and mass mode of transport. The main part of the country's car fleet is operated by non-transport organizations. At the same time, the highway network, together with the fleet of commercial vehicles, is also used by cars that are in personal use of citizens. Therefore, the problems of road transport development are complex in nature.

Keywords: logistics, carrier, transport operation, terminal transportation, transportation market.

Автомобільний транспорт, вид транспорту, що здійснює перевезення вантажів і пасажирів по безрейкових шляхах. Основні сфери доцільного застосування автомобільного транспорту, що все більш розширюються, - розвезення і підвезення вантажів до магістральних видів транспорту, перевезення промислових і сільськогосподарських вантажів на короткі відстані, внутрішньоміські перевезення, перевезення вантажів для торгівлі і будівництва, можливість доставки вантажів «від дверей до дверей». На дальні відстані автомобільний транспорт перевозить швидкопсувні, особливо цінні, що потребують швидкої доставки, незручні для перевантаження іншими видами транспорту вантажі. Нині без автомобільного транспорту неможлива діяльність жодної галузі господарства.

Концентрація автомобілів в крупних транспортних підприємствах зробила можливим не тільки збільшувати частку участі автомобільного транспорту в перевезеннях, але і постійно удосконалювати транспортний процес, вводити прогресивні методи перевезень (централізовані за системою тягових «плечей», широке застосування контейнерів, піддонів і тому подібне), покращувати транспортно-експедиційне обслуговування, скорочувати нераціональні перевезення, організувати прямі перевезення вантажів від виробника до споживача.

Використання досягнень логістики на транспорті - є підставою підвищення ефективності вітчизняного транспортного комплексу і активізації його інтеграції в світову транспортну систему. У перспективі саме логістика дасть можливість багатьом транспортним підприємствам поправити свої фінансові справи на внутрішньому і зовнішньому ринках, підвищити рейтинг, об'єми перевезень і, нарешті, позбавитися від принизливої ролі субпідрядників провідних іноземних фірм там, де їх можливості набагато вищі. Актуальність розробок і вдосконалення транспортних логістичних ланцюгів і, особливо, мультимодальних ланцюгів зростає.

Автомобільний транспорт є найбільш гнучким і масовим видом транспорту. У нього є ряд важливих відмінностей від інших транспортних галузей. Почнемо з того, що основна частина автомобільного парку країни експлуатується в нетранспортних організаціях. При цьому мережа автомобільних доріг разом з парком комерційних автомобілів використовується також автомобілями, що знаходяться в особистому користуванні громадян. Отже, проблеми розвитку автомобільного транспорту носять комплексний характер.

Щодня автотранспортом перевозиться близько 7 млн. тон вантажів.

У автомобільному транспорті сконцентровано понад 97% від всіх ліцензійованих суб'єктів транспортної діяльності. У сфері комерційних і некомерційних автомобільних перевезень зараз зайнято порядка сто тисяч господарюючих суб'єктів. Їх діяльність проходить в умовах досить високої внутрігалузевої і міжвидової конкуренції.

В автотранспортних підрозділах підприємств всіх галузей економіки працює більше 1 млн. осіб. Причому на автотранспортну галузь приходить більше 50% від числа працюючих в транспортному комплексі, без урахування залізничного транспорту [1].

В умовах поживлення реального сектора економіки в 2021 році автомобільний транспорт освоїв більше 90% всього приросту об'ємів внутрішніх перевезень.

Попит на вантажні перевезення багато в чому визначається двома чинниками: динамікою і структурою зміни об'ємів виробництва в країні, а також платоспроможністю підприємств і організацій всіх галузей економіки. Вантажні перевезення – це один з найбільш «ринкових» секторів економіки.

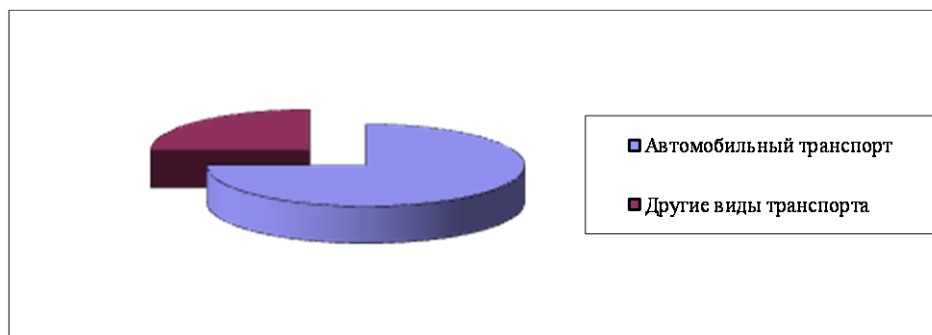


Рисунок 1 – Частка автомобільного транспорту при перевезенні вантажів

Досвід підтверджує відому закономірність, згідно якої зростання ринкової економіки супроводжується, а до певної міри і зумовлюється випереджаючим розвитком автотранспорту. І зрозуміло чому. Вантажопотоки, що генеруються в процесі розвитку ринків товарів і послуг, в першу чергу освоюються найбільш чутливим, швидким і гнучким видом транспорту: автомобільним.

На відміну від інших видів транспорту автотранспорт перевозить міжнародні вантажі в зростаючих об'ємах. Це обумовлено його високою маневреністю, великою швидкістю, забезпеченням перевезень від дверей відправника до дверей одержувача в прямих сполученнях без перевантаження. Автомобільний транспорт став незамінним засобом і при змішаних перевезеннях. У 2007 році загальний об'єм міжнародних автомобільних перевезень, виконаних вітчизняними і зарубіжними первізниками, склав 9,2 млн. тон[2].

На етапі становлення ринкових відносин в Україні склалися об'єктивні передумови для прискореного розвитку автомобільного транспорту. Зріс його вплив на розвиток соціально-економічної сфери країни. Так, при перевезеннях вантажів встановилася тенденція, що підтверджує практику розвинених зарубіжних країн: середні темпи зростання об'ємів автомобільних вантажних перевезень відповідають середнім темпам економічного зростання, перевищуючи при цьому темпи зростання об'ємів перевезень на інших видах транспорту.

Прискорений розвиток автомобільного транспорту обумовлений наступними основними чинниками:

- близько 70% виробничих і транспортно-розподільних структур, а також більшості населених пунктів країни не мають інших під'їзних шляхів, окрім автомобільних, що зумовлює в цих умовах безальтернативне використання автомобільного транспорту;
- відомі об'єктивні переваги автомобільного транспорту (забезпечення партійності, можливість організації роботи "з коліс", доставка "від дверей до дверей", швидкість, гнучкість, мобільність, надійність) дозволяє розглядати його як найбільш ринково орієнтований вид транспорту.

За останні роки автомобільний транспорт виконує понад 65% об'ємів внутрішніх вантажних перевезень країни, з тенденцією збільшення цієї частки, будучи, таким чином, "головним перевізником" для секторів економіки держави, які зростають.

Автомобільному транспорту немає адекватної заміни при перевезеннях дорогих вантажів на невеликі і середні відстані, в транспортному забезпеченні роздрібно торгівлі, виробничої логістики, будівельної індустрії, агрокомплексу, а також малого бізнесу, що підтверджується відповідними об'ємами перевезень вантажів і значної автотранспортної складової у вартості продукції окремих секторів економіки:

- у промисловості частка автотранспортних витрат складає не менше 15%;
- у будівництві - до 30%;
- у сільському господарстві і торгівлі - до 40% і більш.

Сумарно ці витрати, з урахуванням виконання навантажувально-розвантажувальних і складських робіт, складають не менше 30 млрд. грн. в рік або близько 6% від валового внутрішнього продукту країни.

В процесі міжнародної інтеграції значно зросла роль автомобільного транспорту в зовнішній торгівлі. У загальній вартості зовнішньоторговельних вантажів, що перевозяться всіма видами транспорту, частка автомобільного транспорту, який здійснює перевезення найбільш цінної продукції, знаходиться приблизно на рівні залізничного і морського транспорту [1].

Інвестиції, витрати, зайнятість населення.

На придбання пасажирських і вантажних автомобілів населення і бізнес щорічно вкладають до 1 мільярда доларів. Рівень цих інвестицій визначається, перш за все, об'єктивним зростанням мобільності населення і потреби в автомобільних перевезеннях і в даний час в мінімальному ступені залежить від регулюючих дій держави.

Комерційний автомобільний транспорт забезпечує більше 10% всіх податкових надходжень від транспорту. На автотранспорті, з урахуванням автомобільних доріг і інфраструктури обслуговування, зайнято близько 6% працюючого населення, а основні фонди оцінюються в розмірі не менше 11% всіх основних фондів країни. Сумарні витрати на виконання перевезень вантажів і пасажирів, не враховуючи особистий легковий автотранспорт, складають приблизно 100 млрд. грн. в рік або більше 10% від ВВП країни.

Вказаний високий рівень автотранспортних витрат обумовлений не тільки величезним об'ємом виконуваної автотранспортом роботи, але і недостатнім рівнем державного регулювання галузі.

Суть проблемної ситуації в автотранспортній і автодорожній сфері в сучасний період практично полягає в явній недооцінці на управлінському і особливо фінансовому рівнях ролі і місця цієї сфери в господарстві, багатообразному впливі її на фундаментальні соціальні процеси в суспільстві.

Ця недооцінка зв'язана, з одного боку історичною традицією висунення на перше місце в збиток останнім транспортно-економічних телекомунікацій і магістральних видів транспорту, з іншої – зяючим проломом в науковому міждисциплінарному забезпеченні будь-яких практичних управлінських дій у сфері місцевого транспорту і місцевих шляхів сполучення.

Відповідно до цього генеральний напрям дослідження в розширенні проблемної ситуації, як представляється, може полягати в проведенні циклу досліджень, на основі яких можна передбачати реальні наслідки тих або інших дій в управлінні автотранспортним і автодорожнім господарством. На основі цього нового знання можна варіювати ситуації і вибирати якнайкращу стратегію і тактику.

У даній області є як би два пласти і два дослідницькі об'єкти: державний і регіональний рівні управління; магістральний і місцевий транспорт і шляхи сполучення. Зараз бачимо глибоке структурне зрушення в транспортній сфері: автомобільний транспорт, який раніше обслуговував в основному зв'язки в межах до 300 км., широко і міцно виходить в конкурентну боротьбу із залізничними дорогами на відстані вже 5 тис.км, і має велику перевагу перш за все в термінах доставки і збереження вантажів, особливо дорогих. Разом з тим на місцевому (міському, селищному, приміському і внутрішньорайонному) рівнях виявились проблеми обслуговування населення пасажирськими перевезеннями. Ясно, що одна сторона повинна компенсувати іншу: вихід на магістральний рівень автотранспорту повинен підтримувати його

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

матеріально на місцевому рівні. Але цього не відбувається, бо фінансові потоки в цій можливій взаємодії вийшли з-під контролю держави.

Аналогічні пропорції виникли між вітчизняним автомобілебудуванням, стихійним імпортом автомобілів, автотранспортним сервісом і змістом та будівництвом доріг. Необхідно проглянути всі фінансові і матеріальні потоки в ланцюгах взаємозв'язків, задіяних у функціонуванні автодорожнього комплексу галузей господарства держави, не упускаючи при цьому соціальну і екологічну сторони і маючи на увазі глибокі регіональні відмінності в рівні автотранспортного обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бауэрсокс Д. Логистика. Интегрированная цепь поставок. / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс. – М.: Олимп-Бизнес, 2006. - 215 с.
2. Альбеков А.У. Логистика коммерции. Серия «Учебники, учебные пособия». / А.У. Альбеков, В.П. Федько, О.А. Митько. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. - 347 с.
3. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. / В.И. Сергеев. М: ИНФРА-М, 2001. – 167 с.

Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Жученко Олексій Іванович — слухач групи 03-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: zhuchenko795@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

Zhuchenko Oleksiy I. — student of group 03-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zhuchenko795@gmail.com

А.П. Поляков, П.Д. Дунаєвський

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕДЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З ДИЗЕЛЕМ ДЛЯ РОБОТИ ЗА ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ЦИКЛОМ

Анотація

Одним з шляхів зменшення споживання дизельного палива і вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах є переобладнання автомобілів з дизелями, які знаходяться в експлуатації, для роботи за газодизельним циклом. Відомо, найменші питомі викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів забезпечуються при використанні природного газу. Тому переведення автомобілів з дизелями на живлення газом (газодизелі) дозволить зменшити витрату дизельного палива та вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Ключові слова: природний газ; газодизель; шкідливі речовини; переобладнання дизелів.

Abstract

One of the ways to reduce the consumption of diesel fuel and the content of harmful substances in exhaust gases is to convert cars with diesel engines, which are in operation, to work according to the gas-diesel cycle. It is known that the lowest specific emissions of harmful substances in the exhaust gases of cars are ensured when using natural gas. Therefore, the transfer of cars with diesel engines to gas power (gas diesel) will allow to reduce the consumption of diesel fuel and the content of harmful substances in exhaust gases.

Keywords: natural gas; gas diesel; harmful substances; conversion of diesel engines.

У світі для покращення екологічної ситуації, поряд із впровадженням альтернативних силових установок на автомобільному транспорті все більшого розповсюдження набувають автомобілі, двигуни яких працюють на природному газі. Цей процес іде як за рахунок зростаючого випуску нових автомобілів, так і за рахунок переобладнання існуючих моделей [1, 8, 9].

З початком застосування природного газу в якості моторного палива на автомобільному транспорті розроблялися і відповідні системи живлення, які б дозволили використовувати позитивні якості газового палива з найбільшою ефективністю як в двигунах внутрішнього згоряння з різними типами сумішоутворення, запалювання робочої суміші та організації робочого процесу [2] так і в дизелях.

Одним напрямком у процесі збільшення частки природного газу серед моторних палив на рухомому складі автомобільного транспорту є створення на базі транспортних дизелів чисто газових двигунів. Це може покращити екологічний ефект і збільшити обсяги використання природного газу на різних автомобілях та автобусах [3]. Щоб переобладнати дизель в газовий варіант на двигун встановлюють нові поршні зі зміненими формами камери згоряння або спеціальні проставки під головку блоку (для зменшення ступеня стиснення), встановлюють замість демонтованої системи живлення дизельним паливом та системи регулювання частоти обертання дизеля - додаткову систему запалювання, встановлюють систему живлення газовим паливом.

Подібні газові двигуни, які створюються на базі дизелів, працюють з меншою жорсткістю, оскільки у них тиск в циліндрах при згорянні робочої суміші наростає більш плавно. Та й максимальний тиск робочого процесу менший, що зменшує теплове і механічне навантаження не тільки деталей двигуна, а й усієї трансмісії автомобіля. Звідси і більший порівняно з дизелем термін служби його газової модифікації. В різних країнах світу продовжують займатися розробкою і випуском конвертованих газових двигунів на базі дизелів і двигунів з іскровим запалюванням з великим робочим об'ємом для вантажних автомобілів, міських та магістральних автобусів [4, 10].

В роботі [3] розглянуте питання вибору конструктивних та регулювальних параметрів при переобладнанні дизеля для роботи на природному газі на основі оцінювання їх впливу на

індикаторні, ефективні та екологічні показники переобладнаного газового двигуна. Під час виконання роботи були проведені стендові випробування двигуна Д-240, в результаті яких були отримані енергетичні, економічні та екологічні показники переобладнаного двигуна при роботі на природному газі на різних усталених і навантажувальних режимах, визначені індикаторні діаграми двигуна на різних навантажувальних режимах і з різними регулюваннями системи живлення і запалювання (рис. 1).

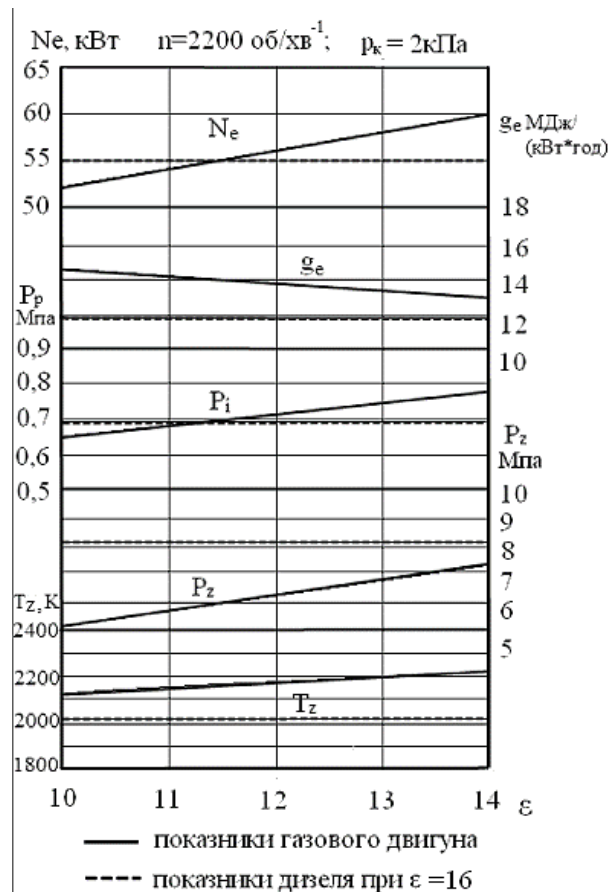


Рисунок 1 - Залежність індикаторних і ефективних показників газового двигуна від ступеня стиснення

Але переобладнання дизелів в газові двигуни з примусовим запалюванням можливе тільки у заводських умовах з організацією спеціального виробництва газових двигунів і після переобладнання двигун стає однопаливним і може працювати лише на природному газі, що вимагає розвиненої інфраструктури живлення природним газом.

Значний інтерес у цьому відношенні представляє дизель, який конвертовано для роботи за газодизельним циклом [8]. Такі конвертації спочатку широко використовувались в суднових і стаціонарних двигунах, а останнім часом, внаслідок зростання дефіциту рідких нафтових палив і підвищення вимог до екологічної чистоти, успішно застосовуються і для двигунів сухопутних транспортних засобів [5].

За газодизельного циклу в циліндр двигуна під час такту впуску надходить суміш газового палива з повітрям, яка утворюється в газоповітряному змішувачі. В період такту стиснення газоповітряна суміш стискується, в результаті чого температура її підвищується і до кінця такту стає вищою від температури самозаймання дизельного палива (590-650 °К), але нижчою від температури самозаймання газу (940-990 °К). У стиснуту газоповітряну суміш через форсунку, як і в звичайному дизелі, впорскується невелика кількість запального дизельного палива. Навколо великої кількості розпилених, випаруваних крапель рідкого палива, що займаються одночасно в багатьох місцях, утворюються численні первинні вогнища займання газоповітряної суміші.

Робочий процес у газодизеля проходить так само, як і в дизелів - за змішаним циклом, під час якого частина палива згоряє за сталого об'єму, а частина - за сталого тиску. Але в газодизелях за сталого об'єму згоряє більше палива, ніж у дизелях, тому максимальний тиск згорання вищий за однакових умов, вищий також індикаторний коефіцієнт корисної дії.

Використання газодизельного циклу на автомобільних двигунах дає змогу зменшити витрати дизельного палива на 70-80 % внаслідок заміщення його газовим паливом. При цьому завдяки такому самому ступеню стиснення, як у дизеля, забезпечується високий термічний коефіцієнт корисної дії циклу і зберігається така сама потужність, як у дизеля. Паливна економічність вища, ніж у переведених на газ автомобільних двигунів з іскровим запалюванням і нижчим ступенем стиснення.

В Україні та в країнах ближнього зарубіжжя найбільшого застосування здобули газодизелі Камського автомобільного та Ярославського моторного заводів. В табл. 1 наведено основні характеристики деяких з них з системами живлення і регулювання [6].

Таблиця 1 - Основні технічні дані газодизелів

Характеристики	КамАЗ-7409.10	ЯМЗ-236ГД	ЯМЗ-238ГД	ЯМЗ-240ГД	ЯМЗ-240НПГД
Число циліндрів	8	6	8	12	12
Діаметр циліндра, мм	120	130	130	130	130
Хід поршня, мм	120	140	140	140	140
Робочий об'єм циліндрів, л	10,85	11,5	14,86	22,3	22,3
Ступінь стиснення	17	16,5	16,5	16,5	15,2
Потужність бруто, кВт	154	132	176	265	368
Номінальна частота обертання, хв ⁻¹	2550	2100	2100	2100	2100
Максимальний крутний момент, Нм	637	667	883	1275	1765
Частота обертання за максимального крутного моменту, хв ⁻¹	1300-1800	1500-1600	1400-1600	1500-1600	1500-1600
Тип регулятора частоти обертання	Трирежимний	Всережимний			

Передові світові двигуно- та автомобілебудівні компанії, наприклад Caterpillar Engine, GMC, Isuzu, Toyota, Nissan, Sulzer Diesel France, Diesel Ricerche та інші також проводять переобладнання автомобілів для роботи за газодизельним циклом [7].

Застосування газодизельного циклу замість чисто дизельного дозволяє використовувати природний газ в двигунах без погіршення їх енергетичних показників і одночасно зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Основною складністю цього напрямку є переобладнання механічного регулятора частоти обертання паливного насоса високого тиску для можливості працювати як за дизельним, так і за газодизельним циклами та систем управління такими двигунами, що вимагає глибокого наукового підходу до їх розробки і залучення значних виробничих ресурсів для переобладнання автомобільних дизелів в газодизелі. Тому в експлуатації подібна конвертація двигунів повинна виконуватись із застосуванням спеціального обладнання при залученні досвідчених майстрів або на спеціалізованих підприємствах, оскільки є досить складним технологічним процесом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Экологические проблемы развития автомобильного транспорта / – Автомобильный транспорт: Экологическое обозрение. Сер. Охрана окружающей среды / Информтранс; Вып. 3. – М, 1997. - 29 с.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

2. Гутаревич Ю.Ф. Применение газообразного топлива на автомобильном транспорте / Ю.Ф. Гутаревич, Н.Е. Основенко. – К.: Знание, 1987. - 20 с.

3. Газовый двигатель с искровым зажиганием на базе дизеля / Реферативный журнал «Двигатели внутреннего сгорания», 1995. -№1.- с. 24.

4. Мамедова М.Д. Транспортные двигатели на газе. / М.Д. Мамедова, Ю.Н. Васильев. – М.: Машиностроение, 1994. - 224 с.

5. Скрячко Г.В.Чтобы автобусы стали экономичнее / Г.В. Скрячко – Автомобильный транспорт, 1989. - № 3. - с. 35-38.

6. Результаты исследований двигателей КамАЗ, питаемых природным газом / В.Н. Луканин, А.С. Хачиян, В.М. Фёдоров, В.Ф. Водейко, И.Г. Шишлов, Р.Х. Хамидуллин – Труды НАМИ (юбил. вып.). «Проблемы конструкции двигателей». – М.: 1998.

7. Microprocessor Dual-Fuel Diesel Engine Control System / L.E. Gettel, G.C. Perry, J. Boisvert, P.J. O'Sullivan – SAE Techn. PaperSer, 1986. –№861577. –р. 1-10.

8. Поляков А.П. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку тракторів в Україні / С.С. Коробов, А.П. Поляков – Збірник наукових праць VI Міжнародна практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку автомобільного транспорту» ВНТУ, 2013 –с.83-84.

9. Коробов С.С. До питання уніфікації автомобільної техніки ЗС України / С.С. Коробов, Д.Л. Королюк – I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» ВНТУ, 2014 – с.22-23.

10. Актуальність переведення міських автобусів з дизелями для роботи за газодизельним циклом : тези доповідей 63 наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і студентів Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2007, с. 27.

Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Дунаєвський Павло Дмитрович — слухач групи 03-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grossovpaxa@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

Dunaevsky Pavlo D. — student of group 03-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: grossovpaxa@gmail.com

Б.Ж. Шкурат, Д.В. Резнік, В.С. Мельниченко

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ СУЧАСНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ У ВІТЧИЗНЯНУ СИСТЕМУ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ

***Анотація.** Одним з актуальних питань удосконалення системи протиповітряної оборони є інтеграція до неї всіх зразків озброєння, вітчизняних та зарубіжних, існуючих та перспективних, що обумовлено використанням Україною запасів та втратами існуючого озброєння. В доповіді окреслено ряд особливостей функціонування протиповітряної оборони в умовах російсько-української війни та проаналізовано тенденції розвитку вітчизняних та світових автоматизованих систем управління озброєнням. Обґрунтовано особливості інтеграції існуючих та перспективних зразків озброєння в систему протиповітряної оборони, а також ряд вимог до перспективної (модернізованої) автоматизованої системи управління військами.*

Ключові слова: протиповітряна оборона, система, інтеграція зразків озброєння, автоматизована система управління, спеціальне програмне забезпечення.

***Abstract.** One of the current issues of improving the air defense system is the integration in to it of all type softweapons, domestic and foreign, existing and prospective, which is due to Ukraine's losses and using there serves of Soviet-made weapons. The paper out lines a number of functioning features of air defense in the conditions of the russian-Ukrainian war and analyzes the development trends of domestic and global automated weapons control systems. The special features of integrating existing and prospective weapons into the air defense system is substantiated, as well as a number of requirements for a promising (modernized) automated weapons control system is proposed.*

Key words: air defense, air defense system, weapons integration, automated weapons control system, special software.

Широкомасштабна агресія російської федерації проти України підкреслила важливість охорони повітряного простору та протиповітряної оборони (ППО) держави в ході бойових дій. Застосування противником широкого спектру засобів повітряного нападу та повітряної розвідки вимагає безперервного, ефективного, гнучкого та творчого застосування для боротьби з ними як наземних засобів ППО, так і винищувальної авіації.

Незважаючи на те, що вітчизняна протиповітряна оборона показала свою високу ефективність в ході бойових дій, існує ряд факторів, які потребують врахування під час її подальшого функціонування та розвитку, а саме:

велика кількість та різноманітність літальних апаратів, в тому числі безпілотних, які постійно знаходяться над зоною бойових дій, а також значна номенклатура наземних засобів ППО, від кулеметів та зенітних установок до зенітних ракетних комплексів (ЗРК) малої та середньої дальності;

іноземна допомога збільшує номенклатуру озброєння та засобів ураження, але одночасно з цим їх системи визначення державної належності (свій-чужий) не сумісні з вітчизняними зразками і можуть бути не сумісні між собою;

особовий склад, озброєний засобами ППО ближньої дії (ПЗРК, зенітні установки, зенітні кулемети) не завжди здатний ідентифікувати належність повітряних об'єктів по різних причинах: погодні умови, оснащеність технічними засобами, зовнішня схожість ворожих зразків ОВТ із вітчизняними, недостатня особиста підготовка тощо. Але головна причина помилкового відкриття вогню – ситуаційна необізнаність в цілому;

сили та засоби ППО, як наземні, так і повітряні, мають різну підпорядкованість за видами (родами) збройних сил, в тому числі належать до інших військових формувань та правоохоронних органів, у зв'язку з чим особливої уваги потребує налагодження стійкої комунікації між ними;

автоматизовані системи управління (АСУ) діями військ (сил) недостатньо ефективно використовуються в ході бойових дій у зв'язку з великими відстанями між окремими

підрозділами (вогневими засобами), високою мобільністю цих підрозділів (недостатній час на налагодження стійкого зв'язку), відсутністю спряження з новими зразками озброєння, їх неврахуванням в програмному забезпеченні; наявністю засобів ураження як наземних, так і повітряних цілей в підрозділах різного підпорядкування.

Зазначені фактори підкреслюють актуальність удосконалення існуючої системи управління наземними та повітряними засобами ППО з урахуванням необхідності інтеграції до неї існуючих та перспективних, вітчизняних та зарубіжних зразків озброєння, а також доводять необхідність створення (удосконалення) автоматизованої системи управління (АСУ), до якої можна висунути ряд вимог. Ці вимоги обумовлені не тільки класичними підходами, але й наявними сучасними світовими тенденціями.

По-перше, виходячи з принципів ведення мережоцентричної війни, необхідно забезпечити ситуаційну проінформованість осіб, що приймають рішення на всіх рівнях (командувачів, командирів) відповідно до їх повноважень. Зазначена вимога може досягатися шляхом збору інформації від всіх можливих джерел, підключених до мережі (сенсорів), та можливості її видачі всім абонентам. При цьому під сенсорами розуміються не тільки технічні пристрої (станції радіо-, радіотехнічної, радіолокаційної розвідки, акустичні, оптичні, інші види датчиків), але також військовослужбовці-спостерігачі (за повітряною, наземною обстановкою).

По-друге, для зменшення імовірності ураження засобів управління необхідно забезпечити їх максимальну мобільність та зменшити розміри системи й робочих місць осіб, які приймають рішення.

По-третє, перспективна АСУ має задовільняти протоколам обміну даними, прийнятим в країнах-членах НАТО (NATO TDL Standards) для кращої інтеграції зі зразками озброєння, отриманими від країн-партнерів.

Одночасно повинна забезпечуватися можливість поєднання та обміну інформацією з існуючими зразками озброєння (ЗРК, літаки, БПЛА), джерелами інформації загального призначення (БПЛА цивільного та подвійного призначення, наявні засоби розвідки військового призначення, загальновійськові зразки озброєння, інші сенсори).

Впровадження та застосування підрозділами Сил оборони різноманітних програмних засобів приводить до необхідності стандартизації обміну перспективною (удосконаленою) АСУ з цими програмними (програмно-апаратними) комплексами (ПК, ПАК) та спеціальним програмним забезпеченням (СПЗ) (наприклад, “Кропива”, “Віраж”, інші програмні комплекси, створені для виконання спеціальних завдань видів та родів збройних сил, які одночасно можуть бути джерелами інформації, а також відображати необхідну інформацію про повітряну обстановку). Крім цього, вказані програмні (програмно-апаратні) комплекси можуть використовуватися для постановки завдань неавтоматизованим вогневим засобам.

Безперервність та стійкість управління може досягатись завдяки резервуванню технічних засобів АСУ, але не в рамках одного зразка техніки, а шляхом виготовлення декількох однотипних зразків та їх розосередження в бойових порядках (оперативній побудові).

Тенденція щодо зменшення ролі людини в прийнятті рішень накладає вимогу щодо застосування сучасних досягнень в галузі штучного інтелекту (інтелектуальних систем та баз знань).

Для виключення випадків вогню по своїм силам та засобам (як повітряним, так і наземним) необхідно впровадити окремим модулем комплексну систему розпізнавання “свій-чужий”.

Виходячи з вище наведеного, запропоновано місце перспективної автоматизованої системи управління (АСУ) наземними та повітряними вогневими засобами ППО в системі протиповітряної оборони, основні функціональні зв'язки з існуючими компонентами та основні вимоги до неї. В якості джерел інформації про обстановку доцільно використовувати не тільки існуючі радіолокаційні та радіотехнічні засоби, але й альтернативні джерела: групи аналізу обстановки різних структур сектору безпеки та оборони, автоматизовані сенсори різного призначення, окремих спостерігачів. АСУ повинна володіти можливістю постановки вогневих завдань наземним та повітряним засобам ППО з використанням функціонуючого в Збройних Силах та інших складових сил оборони спеціального програмного забезпечення.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

Для інтеграції наявних та перспективних зразків озброєння в систему ППО потрібне подальше докладне вивчення доцільності та можливостей щодо модернізації існуючих автоматизованих систем управління військами, або створення нової АСУ. Крім того, вище описані тільки основні проблемні питання у вказаному напрямі. В подальшому доцільно більш докладно вивчити кожну зі складових: основи організації управління різнорідними угрупованнями в сучасних умовах, загальні та спеціальні вимоги до зразків АСУ, доцільні для використання стандарти зв'язку, математичні моделі та програмне забезпечення, проблеми розробки та впровадження вказаних систем.

За результатами дослідження запропоновано схему функціональних зв'язків перспективної АСУ з існуючими елементами системи ППО, джерелами інформації та вогневими одиницями іншого підпорядкування.

Обґрунтовано ряд вимог до АСУ з огляду на необхідність перегляду існуючих положень застосування військ та інтеграції до системи протиповітряної оборони перспективних вітчизняних зразків озброєння, а також тих, які вже поставляються країнами-партнерами і які можуть бути надані в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Implementation of Network-Centric Warfare. Report /Department of Defense, 2005, 83 p.
2. Цифровий вимір ЗСУ. За яких умов це можливо? (25.11.2019)// Інформаційне агентство “Оборонно-промисловий кур’єр”. Веб-сайт. URL: <http://opk.com.ua/цифровий-вимір-зсу-за-яких-умов-це-можл/> (Дата звернення 20.10.2022).
3. C4ISR як уможливлення спроможності. // Новини Військово-Морських Сил. Веб-сайт. URL: <https://navy.mil.gov.ua/c4ISR/> (Дата звернення 20.10.2022).
4. Under standing Multi-Domain Operations in NATO. Lieutenant Colonel Jose Diazde Leon // Joint Warfare Center. Веб-сайт. URL: https://www.jwc.nato.int/application/files/1516/3281/0425/issue37_21.pdf (Дата звернення 20.10.2022).
5. Attack On Europe: Documenting Ukrainian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine //oryxspioenkop.com. Веб-сайт. URL: <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-ukrainian.html> (Дата звернення 20.10.2022).

Шкурат Богдан Жоржович – ад’юнкт кафедри зенітних ракетних військ Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, bshkurat@gmail.com

Резнік Дмитро Вікторович – кандидат військових наук, доцент кафедри зенітних ракетних військ Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, rieznikdv@gmail.com

Мельниченко Василь Семенович – кандидат військових наук, доцент, професор кафедри зенітних ракетних військ Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, vasyliy.melnychenko@gmail.com

Bohdan Shkurat – PhD candidate of anti-aircraft missile troops department, The National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskii, Kyiv, Ukraine, bshkurat@gmail.com

Dmytro Rieznik – PhD, Assistant professor of anti-aircraft missile troops department, The National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskii, Kyiv, Ukraine, rieznikdv@gmail.com

Vasyl Melnychenko – PhD, Professor of anti-aircraft missile troops department, The National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovskii, Kyiv, Ukraine, vasyliy.melnychenko@gmail.com

Б.М. Ланецький, І.В. Коваль, О.О. Зверев, В.П. Попов

МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Анотація. Експлуатація зенітного ракетного озброєння (ЗРО) протягом тривалого терміну характеризується зміною технічного стану і надійності основних його зразків. Це має значний вплив на показники ефективності використання ЗРО за призначенням. Розглядається оцінювання ефективності функціонування зенітного ракетного комплексу (ЗРК) з урахуванням його технічного стану та надійності за допомогою коефіцієнту збереження ефективності (КЗЕ) ЗРК. З цією метою розроблена модель надійності для оцінки КЗЕ, яка містить: модель надійності зенітного ракетного комплексу (ЗРК) при тривалій експлуатації, модель динаміки надійності наземних бойових засобів (НБЗ) ЗРК при встановленій системі технічного обслуговування (ТО) і ремонту та модель динаміки надійності зенітних керованих ракет (ЗКР) при тривалій експлуатації. Також розглядається вплив можливості модернізації ЗКР, з метою підвищення імовірності ураження цілі однією ракетою на ефективність використання ЗРК за призначенням.

Ключові слова: тривала експлуатація, коефіцієнт збереження ефективності, модель експлуатації, модель динаміки надійності

Abstract. Over a long period use of anti-aircraft missile weapons (AAMW) is characterized by a change in the technical condition and reliability of its main samples. This has a significant influence on indicators of the effectiveness of the use of AAMW by appointment. The assessment of the effectiveness of the anti-aircraft missile system (SAMS) operation is considered, taking into account its technical condition and reliability using the coefficient of conservation of efficiency (CCE) of SAMS. For this purpose, a reliability model was developed for the evaluation of the CCE, which contains: a model of the reliability of an SAMS during over a long period use, a model of the dynamics of the reliability of the ground combat equipment (GCE) SAMS with an established system of maintenance and repair, and a model of the dynamics of the reliability of surface-to-air missiles (SAM) over a long period use. The effect of the possibility of modernizing SAM, in order to increase the probability of hitting a target with one missile on the effectiveness of using SAMS as intended, is also considered.

Keywords: over a long period use, coefficient of conservation of efficiency, model of operation, model of reliability dynamics

Ефективність функціонування ЗРК з урахуванням його технічного стану та надійності можна оцінювати з використанням оперативно-тактичного показника: КЗЕ - K_{ef} [1]. В якості показника ефективності доцільно використовувати математичне сподівання (МСП) числа цілей, що знищуються, тому для цього потрібно знати:

- МСП числа цілей, що знищуються ЗРК за час ведення протиповітряного бою до повної витрати боєкомплекту ЗКР за умови, що ЗРК на момент початку бойової роботи працездатний та не відмовляє в процесі функціонування - M ;

- МСП числа цілей, що знищуються ЗРК за час ведення протиповітряного бою до повної витрати боєкомплекту ЗКР з урахуванням технічного стану та рівня надійності ЗРК при тривалій експлуатації - $M^*(\varphi(t_e), H)$.

В загальному вигляді КЗЕ ЗРК визначається за співвідношенням:

$$K_{ef}(\varphi(t_e)) = \frac{M^*(\varphi(t_e), H)}{M}, \quad (1)$$

Для коректної оцінки КЗЕ необхідно враховувати початковий технічний стан ЗРК в момент приведення у готовність до використання за призначенням, його зміни в процесі очікування використання за призначенням в увімкненому стані та інші особливості функціонування ЗРК.

З цією метою розглядається модель надійності ЗРК при тривалій експлуатації, яка містить сукупність моделей:

- модель експлуатації наземних бойових засобів (НБЗ) ЗРК за типовою циклограмою використання за призначенням (ТЦВП);
- модель динаміки надійності НБЗ ЗРК при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту (ТО) і ремонту;
- модель динаміки надійності ЗРК при тривалій експлуатації.

Модель експлуатації НБЗ ЗРК за ТЦВП описує можливі експлуатаційні стани на інтервалі експлуатації, що розглядається відносно моменту t_e . При цьому розглядаються три етапи експлуатації ЗРК.

На першому етапі ЗРК знаходиться на чергуванні у працездатному стані і готовий до бойового використання. З періодом $T_{кф}$ проводяться контролю функціонування тривалістю $t_{кф}$. З регулярним періодом $T_{то}$ проводяться ТО тривалістю $t_{то}$. При увімкненні, проведенні контролю функціонування (КФ), вимкненні, знаходженні у вимкненому стані можуть виникати відмови, які виявляються при КФ. При цьому ЗРК переходить у стан відновлення працездатності, який завершується КФ та подальшим вимкненням ЗРК за умови його працездатного стану. Технічне обслуговування завершується проведенням КФ, за результатами якого ЗРК вимикається при його працездатному стані або переходить у стан відновлення працездатності у протилежному випадку.

На другому етапі від моменту надходження сигналу на приведення у готовність до бойового використання до моменту надходження цілевказівки на знищення цілі ЗРК знаходиться в режимі очікування в увімкненому стані, або у випадку непрацездатного стану - в режимі відновлення працездатності.

На третьому етапі ЗРК знаходиться в режимі бойового використання, за умови його працездатного стану на момент надходження цілевказівки. Використання ЗРК за призначенням буде успішним у випадку безвідмовного функціонування.

У відповідності до описаних етапів в моделі розглядаються наступні можливі експлуатаційні стани НБЗ ЗРК на інтервалі експлуатації, що дорівнює циклу ТО: E_1 - вимкнені, очікують бойового використання; E_2 - увімкнені, проводиться КФ; E_3 - увімкнені, проводиться відновлення працездатності; E_4 - увімкнені, проводиться тренування, бойова робота; E_5 - увімкнені, проводиться ТО. Відносно етапів ТЦВП, які описані вище імовірності перебування НБЗ ЗРК в одному зі станів E_i можна оцінити, як відношення сумарного часу перебування НБЗ ЗРК в стані E_i за цикл ТО відносно моменту $t_e - t_{\Sigma i}(t_e, T_u)$ до тривалості циклу ТО - T_u , тобто:

$$P_{E_i}(t_e, T_u) = \left(\frac{t_{\Sigma i}(t_e, T_u)}{T_u} \right), i = 1, 2, \dots, 5. \quad (1)$$

Модель динаміки надійності НБЗ ЗРК при встановленій системі ТО і ремонту описує процеси зміни технічного стану НБЗ ЗРК з урахуванням рівня безвідмовності, періодичних КФ, ТО та відновлень працездатного стану (поточних ремонтів) на інтервалах між КФ і ТО при тривалій експлуатації.

Ця модель представлена нестационарним коефіцієнтом готовності (НКГ), який є імовірністю того, що у довільний момент експлуатації t_e НБЗ ЗРК працездатні. Цей коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_2(t_e) = P_1(t_e)P_2(t_e)P_3(t_e), \quad (2)$$

де $P_1(t_e)$ - імовірність перебування НБЗ ЗРК у працездатному стані у довільний момент часу t_e по складових частинах, які не контролюються при ТО і КФ;

$P_2(t_e)$ - імовірність перебування НБЗ ЗРК у працездатному стані у період між ТО по складових частинах, які не контролюються при КФ, але контролюються при ТО;

$P_3(t_e)$ імовірність перебування НБЗ ЗРК у працездатному стані у період між КФ по складових частинах НБЗ ЗРК, які контролюються при КФ.

Модель експлуатації НБЗ ЗРК за ТЦВП та модель динаміки надійності НБЗ ЗРК при встановленій системі ТО і ремонту використовуються для розрахунку нестационарного повного коефіцієнту готовності (НПКГ) - $K_{zn}(t_e, t_{oc})$. Нестационарний повний коефіцієнт оперативної готовності НБЗ ЗРК, який додатково до НПКГ враховує імовірність безвідмовної роботи НБЗ ЗРК за тривалість протиповітряного бою розраховується за формулою:

$$K_{oz.n}(t_e, t_{oc}, t_{\delta p}) = K_{zn}(t_e, t_{oc}) \cdot P_{НБЗ}(t_{\delta p}), \quad (3)$$

де $P_{НБЗ}(t_{\delta p})$ - імовірність безвідмовної роботи НБЗ ЗРК за тривалість бойової роботи - $t_{\delta p}$,

t_{oc} - час очікування використання за призначенням.

Модель динаміки показників надійності ЗРК при тривалій експлуатації характеризує надійність ЗРК, які входять до складу ЗРК. Модель представлена двома показниками:

- імовірність того, що з r -ЗРК, які поставлені на передстартову підготовку, не менше n будуть визнані готовими до використання в бойовій роботі, що визначається за формулою:

$$P_{r,n}(t_e) = \sum_{i=n}^r C_r^i P_{nn}^i(t_e) (1 - P_{nn}(t_e))^{r-i}, \quad (4)$$

де $P_{nn}(t_e)$ - імовірність того, що одна ЗРК, яка поставлена на передстартову підготовку, буде визнана готовою до використання в бойовій роботі;

C_r^i - біноміальний коефіцієнт;

- імовірність безвідмовної роботи ЗРК за час польоту t_n - $P_n(t_e, t_n)$.

З урахуванням розроблених моделей математична модель для розрахунку КЗЕ ЗРК має вид [2]:

$$K_{ef}(t_e, t_{\delta p}, t_n) = K_{oz.n}(t_e, t_{\delta p}) \cdot P_{r,n}(t_e) \cdot \frac{1 - (1 - P_n(t_e, t_n) \cdot P_1)^n}{1 - (1 - P_1)^n}, \quad (5)$$

де P_1 - імовірність ураження цілі однією ЗРК.

Підвищення КЗЕ можливе за рахунок модернізації засобів ЗРК, що впливає на зміну імовірності ураження цілі однією ракетою - P_1 .

На практиці розроблену модель доцільно використовувати:

- при обґрунтуванні вимог до показників надійності НБЗ ЗРК та ЗРК на їх розробку або модернізацію, виходячи з заданих вимог до КЗЕ ЗРК з урахуванням особливостей ТЦВП та системи ТО і ремонту;

- при формуванні планів ремонту НБЗ ЗРК та ЗРК, а саме при визначенні моментів часу їх виведення в ремонт за критерієм зниження ефективності функціонування ЗРК нижче граничної;

- при розробці методик оцінки ефективності ЗРК з урахуванням тривалостей експлуатації НБЗ ЗРК та ЗРК в бойових документах (наприклад в бойовому статуті).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 2860:1994. Надійність техніки. Терміни та визначення. – К., 1995. – 92 с.
2. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения в 11 т. Т.11. Синтез системы поддержания исправности средств поражения: монография / Б.П. Креденцер, Б.Н. Ланецкий, А.А. Любарев, И.В. Одноралов, А.Н. Шатров, М.А. Шишанов. – К.: Видавничий дім Дмитра Бураго, 2019. – 331 с.
3. Основы теории комплексного обоснования требований к техническим показателям сложных систем: монография / В.В. Зубарев, А.П. Ковтуненко, А.В. Василенко, И.Б. Чепков, М.А. Шишанов. – К.: 2010. – 356 с.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

4. Ланецкий Б.Н. Комплексное оценивание показателей безотказности и остаточной долговечности сложных технических систем, эксплуатируемых по техническому состоянию. Основные положения / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лук'янчук, А.А. Артеменко // Системи обробки інформації. – 2016. – № 2(139). – С. 40-43.

Ланецкий Борис Миколайович – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, gans7995@gmail.com

Коваль Ігор Вікторович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, igkov63@gmail.com

Зверев Олексій Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, gans7995@gmail.com

Попов Валерій Петрович – науковий співробітник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, popvp64@gmail.com

Boris Lanetskii – Doctor of technical sciences, Professor, Leading Researcher of scientific research department of Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kiyv, gans7995@gmail.com

Igor Koval – Candidate of technical science, Senior Research, Senior Research Associate of scientific research department of scientific center of Air Force of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, igkov63@gmail.com

Oleksii Zvieriev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Lead Researcher of Scientific Research Department of Development of Development of Radio Equipment of Scientific Research Management of Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kiyv, gans7995@gmail.com

Valeriy Popov – Research Associate of scientific research department of sci-entific center of Air Force of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, popvp64@gmail.com

В.В. Лук'янчук, І.М. Ніколаєв

ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Анотація

Сформульовані мета і задачі моніторингу якості, який є важливою складовою частиною процесу управління життєвим циклом зразків зенітного ракетного озброєння. Запропоновано створити автоматизовану систему моніторингу якості зенітного ракетного озброєння на основі сучасних комп'ютерних технологій. Показано, що для автоматизації моніторингу якості повинен бути сформований єдиний інформаційний простір Збройних Сил і промисловості України, який має охоплювати всі етапи (стадії) життєвого циклу і забезпечувати інформаційну підтримку процесів і технологій, які використовуються при розробці, виробництві і експлуатації зразків зенітного ракетного озброєння.

Ключові слова: зенітне ракетне озброєння, якість, технічний стан, моніторинг, автоматизована система, життєвий цикл, єдиний інформаційний простір, інформаційна технологія.

Abstract

Proposals are made for the creation of a system for monitoring the quality of anti-aircraft missile weapons based on the introduction of modern automated information technologies. The shortcomings of the existing system for collecting data on the technical condition of samples of anti-aircraft missile weapons are given and ways to eliminate it are proposed. The goal and objectives of monitoring the quality of anti-aircraft missile weapons are formulated.

It is shown that quality monitoring is an important part of the life cycle management process and is aimed at ensuring the safety of the operation of anti-aircraft missile weapons with the rational use of their resource. To ensure monitoring of the quality of anti-aircraft missile weapons, it is proposed to create an automated data collection system in the form of a territorial distributed computing network, the principles of which should be based on the use of modern computer technologies.

The content and objectives of the scientific and methodological support of the automated system for monitoring the quality of anti-aircraft missile weapons are substantiated. It is shown that in order to automate quality monitoring, a single information space of the Armed Forces and industry of Ukraine should be formed, which should cover all stages (stages) of the life cycle and provide information support for processes and technologies that are used in the development, production and operation of anti-aircraft missile weapons.

Key words: anti-aircraft missile weapons, quality, technical condition, monitoring, automated system, life cycle, single information space, information technology.

Досвід розвинених країн свідчить, що на сучасному етапі основним інструментом реалізації принципу безперервної оцінки якості озброєння та військової техніки (ОВТ) є система збору інформації, яка дозволяє забезпечити інтегровану логістичну підтримку (ЛП) закупівлі, виробництва і експлуатації ОВТ [1-5]. Технологія збору і обробки інформації, яка на даний час існує в Повітряних Силах Збройних Сил України орієнтована тільки на моніторинг технічного стану (ТС) ЗРО у формах спостереження і оцінки показників надійності. Обліково-операційна діяльність у військових в частинах зенітних ракетних військ (ЗРВ) не автоматизована, тому весь процес збору, уявлення, верифікації, первинної обробки і передачі даних в тактичній ланці залишається «ручним», при цьому залишаються низькими якість і оперативність початкових даних, що вводяться в автоматизовані системи стратегічної і оперативно-стратегічної ланок управління технічним забезпеченням. Бази даних з аналізу логістичної підтримки, які використовуються в ЗРВ, не достатньо пророблені, а тому інформаційна база вирішення завдань моніторингу якості ЗРО істотно звужена [6].

Показано, що на якість ЗРО істотний вплив робить стан підприємств оборонно-промислового комплексу (ОПК) України, їх ресурсне забезпечення, технологічне і

метрологічне забезпечення робіт, наявність на них системи менеджменту якості, стан нормативно-правового забезпечення. На теперішній час інформація про стан підприємств ОПК при оцінці якості ЗРО не враховується. Виходом з ситуації, що створилася, є організація і здійснення моніторингу якості ЗРО на основі автоматизації з використанням сучасних інформаційних технологій.

Метою моніторингу є інформаційно-аналітичне забезпечення органів військового управління для вироблення рішень щодо комплексної оцінки якості зразків ЗРО, що поставляються у війська підприємствами промисловості, організації їх експлуатації, технічного обслуговування і ремонту [6]. Моніторинг якості ЗРО повинен забезпечувати вирішення наступних завдань [6]:

- обґрунтування, формування, розміщення і забезпечення виконання державного оборонного замовлення щодо розробки, модернізації та ремонту зразків ЗРО, підвищення ефективності використання наявних сил і засобів експлуатації і ремонту ЗРО;
- оперативне і ефективне управління бюджетними і позабюджетними фінансовими ресурсами, що виділяються на розробку, модернізацію, експлуатацію, ремонт і утилізацію ЗРО;
- створення єдиної системи експлуатації і ремонту ЗРО, утилізації зенітних керованих ракет і боєприпасів, іншого військово-технічного майна.

Для підвищення ефективності інформаційної підтримки моніторингу якості ЗРО вважаємо за необхідне провести аналіз інформаційних потоків про технічний стан парка ЗРО з метою визначення достовірності, оперативності, трудомісткості, достатності (надмірності) відомостей, що містяться в них; розробити заходи, направлені на усунення недостатності повноти збираних даних та їх достовірності; з метою підвищення оперативності інформаційної підтримки моніторингу автоматизувати обмін інформацією між підсистемами збору і обробки даних про якість і технічний стан ЗРО.

Інформаційна підтримка моніторингу якості ЗРО повинна включати сукупність методів і програмно-технічних засобів (інформаційних технологій), що забезпечують вирішення завдань підтримки ЗРО в боеготовому стані. Така інформація повинна включати: проектні дані (зокрема нормативні і регулюючі вимоги), дані по конструюванню і виготовленню складових частин і елементів зразків ЗРО, включаючи властивості застосованих матеріалів і необхідні умови експлуатації; дані щодо експлуатації і технічного обслуговування складових частин, результати контролю їх технічного стану та результати науково-дослідних робіт.

Автоматизація моніторингу якості ЗРО повинна забезпечувати експлуатанту формування даних для планування заходів щодо експлуатації ЗРО, постачання у війська виготовлених або відремонтованих ЗРО та їх комплектування ЗІП, вилучення з військ ЗРО на капітальний ремонт або модернізацію, забезпечення інтегрованої підтримки процесів експлуатації ЗРО та інших взаємозв'язаних процесів, забезпечення гарантійного, авторського та технічного нагляду в процесі експлуатації ЗРО, організацію взаємодії органів військового управління з розробниками (виробниками) для ухвалення рішень щодо вдосконалення експлуатації ЗРО та зниження вартості їх життєвого циклу, формування даних про якість ЗРО на основі виробничо-експлуатаційних процесів.

Для автоматизації моніторингу якості ЗРО повинний бути сформований єдиний інформаційний простір (ЄІП) Збройних Сил і оборонної промисловості на основі єдиної системи класифікації і кодування даних [6]. ЄІП повинний охоплювати всі етапи (стадії) життєвого циклу і забезпечувати інформаційну підтримку процесів і технологій, використовуваних при розробці, виробництві і експлуатації ЗРО. Для реалізації цих можливостей до складу ЄІП повинні входити інформаційні моделі зразків ЗРО та їх складових частин (елементів), а також моделі системи їх технічної експлуатації і ремонту. ЄІП повинний забезпечувати:

- збір, обробку і представлення інформації про якість складових частин однотипних зразків ЗРО, що входять до складу угруповання протиповітряної оборони;
- можливість реалізації учасниками ЖЦ технологій управління вимогами, конфігурацією і експлуатаційно-технічними характеристиками зразків ЗРО, номенклатурою комплектуючих елементів.

Створення ЄІП передбачає використання спеціальних програмних засобів, які реалізують базові GALS-технології. Принципи, методи класифікації і кодування даних в процесі

моніторингу якості ЗРО повинні будуватися з урахуванням положень стандартів в області CALS-технологій і стандартів НАТО в області інформаційного супроводження процесів розробки, виробництва і експлуатації виробів ОВТ [1-5].

Автоматизована система збору даних про якість ЗРО може бути реалізована у вигляді територіальної розподіленої мережі. Вона повинна бути впорядкованою сукупністю автоматизованих робочих місць (АРМ), виконавців, документації і спеціального програмного забезпечення. Принципи побудови обчислювальної мережі повинні бути засновані на застосуванні сучасних комп'ютерних технологій, зокрема технологій електронного документообігу інформації про відмови і несправності між територіально видаленими об'єктами. Всі учасники, що залучаються до процесу моніторингу якості ЗРО, повинні працювати в єдиному інформаційному просторі, що дозволяє отримувати інформацію будь-якому потенційному учаснику, у будь-який момент часу. Доступ до інформаційного простору кожного учасника забезпечується відповідно до прав і обов'язків, які регламентуються виділеною для учасника роллю в процесі моніторингу якості ЗРО.

Таким чином, основним змістом моніторингу якості є виконання встановлених вимог до зразків ЗРО та їх складових частин на стадіях розроблення, виробництва і використання шляхом цілеспрямованого впливу на конструкцію виробу, виробниче середовище і систему технічної експлуатації при заданих обмеженнях на витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AAP-20:2015 NATO programme management framework (NATO Life Cycle Model)
2. AAP 4-2007 «NATO System Life Cycle Stages and Processes»
3. STANAG 4661 Product life cycle support
4. RTO TR-058/SAS-028 Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems
5. ISO/IEC 15288 Systems Engineering – System Life Cycle Processes
6. Зубарев В.В., Ланецький Б.М., Лук'янчук В.В., Николаєв І.М., Зубарев О.В. Удосконалення системи моніторингу технічного стану зенітного ракетного озброєння на основі сучасних автоматизованих інформаційних технологій // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 2021. – №3 (82). – С. 182-192. Інв. № 5947

Лук'янчук Вадим Володимирович – доктор технічних наук старший науковий співробітник начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, orcid.org/0000-0001-5695-7723, e-mail: super.vadim1973@ukr.net

Николаєв Іван Михайлович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, Україна, orcid.org/0000-0002-1250-9918, e-mail: imnikolayev@gmail.com

Lukyanchuk Vadym Volodymyrovich – Doctor of science, Senior Research Chief of scientific research department of scientific center of Air Force of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, orcid.org/0000-0001-5695-7723, e-mail: super.vadim1973@ukr.net

Ivan Nikolaev – Candidate of Sciences, Senior Research, leading research worker of scientific center of Aircrafts Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, orcid.org/0000-0002-1250-9918, e-mail: imnikolayev@gmail.com

В.І. Чистов, К.С. Васюта

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПАСИВНОГО СТЕГОАНАЛІЗУ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Анотація

Проведено огляд основних методів виявлення стеганограм з даними, вбудованими у цифрові зображення. Визначено їх область застосування, основні переваги та недоліки в процесі виявлення стеганограм при обробці, зберіганні та передачі цифрових зображень в інформаційно-телекомунікаційних системах (ІТКС).

Ключові слова: стеганографічні системи зв'язку, стегоаналіз, інформаційно-телекомунікаційні системи, найменш значущий біт.

Abstract

The main methods of detecting steganograms with data embedded in digital images are reviewed. Their scope of application, main advantages and disadvantages in the process of detecting steganograms during processing, storage and transmission of digital images in information and telecommunication systems (ITCS) are defined.

Keywords: steganographic communication systems, stegoanalysis, information and telecommunication systems, least significant bit.

На фоні Російської збройної агресії проти України все більшого розповсюдження набуває практика використання державою-терористом методів впливу на критичну інфраструктуру нашої держави для досягнення переваги у економічній, політичній та військовій сферах. Для проведення атак в тому числі застосовуються стеганографічні системи зв'язку (ССЗ), що засновані на вбудовуванні каналів передачі даних в існуючі інформаційні потоки в інформаційно-телекомунікаційних системах (ІТКС).

Найбільш розповсюдженим типом мультимедійних даних, які використовуються у ССЗ в якості файлів-контейнерів, є цифрові зображення. Для протидії функціонуванню таких ССЗ при обробці трафіку, що передається у ІТКС, використовуються методи пасивного та активного стегоаналізу.

Перші методи приховування повідомлень в просторовій області зображення-контейнеру (ЗК) були засновані на заміні значень найменш значущого біту (НЗБ) (англійською LSB – Least Significant Bits) яскравості пікселів зображення-контейнеру $I_{x,y}$ розмірами $M \times N$ пікселів, на біти стегоданих [4]:

$$\begin{aligned} S_{x_i y_i} [n] &= d_i, i \in [1; L_M], n \in [1; C_1], \\ S_{x_i y_i} &= \sum_{k=1}^{C_1} S_{x_i y_i} [k] \times 2^{C_1-k}, \end{aligned} \quad (1)$$

де d_i – i -тий біт приховуваного повідомлення D довжиною L_D (біт); C_1 – розрядність бітового представлення яскравості пікселів ЗК; $S_{x_i y_i} [n]$ – значення n -го біту двійкового представлення яскравості i -го пікселю ЗК, використаного при вбудовуванні стегоданих; $S_{x_i y_i}$ – десяткове представлення яскравості i -го пікселя сформованої стеганограми.

Вестфельдом (Westfeld) та Пфіцманом (Pfitzman) був запропонований перший ефективний метод виявлення факту використання LSB-методів - Pairs-of-Value (PoV) аналіз [3]. Метод заснований на аналізі виду гістограм розподілу значень яскравості пікселів зображень, що містили стегодані. Суттєвим обмеженням практичного застосування PoV-аналізу є те, що виявлення з високою імовірністю стеганограм можливо лише у випадку сильного заповнення ЗК стегоданими (більше 50%). Для підвищення імовірності виявлення стеганограм у випадку слабого заповнення ЗК стегоданими (менше 10%) було запропоновано використовувати χ^2 —

тест [2] та RS-аналіз [4].

Метод χ^2 є універсальним, оскільки підходить для аналізу зображень, створених різними програмами приховування. Проте результати роботи χ^2 —тесту значною мірою залежить від способу приховування даних. При послідовному записі в НЗБ елементів контейнера метод забезпечує хороші результати, а при псевдовипадковому виборі молодших біт та розсіювання повідомлення по всій довжині контейнера метод не спрацьовує.

При RS-аналізі відмінностей у НЗБ-площини і зсунутої НЗБ-площини стего-образу дозволяє надійно виявляти повідомлення розміром від 1 % і більше від загальної кількості пікселів (1 біт на відлік). Крім того, для RS-аналізу можна побудувати швидкий алгоритм. Проте для дуже зашумлених і дрібнотекстурованих зображень різниця між кількістю регулярних і сингулярних груп контейнера мала. Відповідно, лінії в RS-діаграмі перетнуться під малим кутом і точність зменшиться.

Виявлення стеганограм з даними, вбудованими у цифрові зображення є досить складним процесом. Таким чином, на сьогодні актуальною задачею є удосконалення існуючих і створення нових методів стегоаналізу, а також розробка на їх основі програмного комплексу, за допомогою якого підвищиться ймовірність виявлення повідомлень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прогонов Д.О., “ Структурні методи пасивного стегоаналізу цифрових зображень” дис. канд. техн. наук: 05.13.21. Київ, 2016.
2. Швидченко І.В. Методи стегоаналізу для графічних файлів / Швидченко І.В. // Штучний інтелект. – 2010. –№4. – с. 697-705;
3. Westfeld A. F5 – A steganographic algorithm: Highcapacitydespitebetter Steganalysis / Westfeld Andreas. – Proceedingsof 4th International Workshopon Information Hiding, Lecture Notesin Computer Science. – Ed. Moskowitz I.S. – Pittsburgh, USA, 2001. – pp. 289-302;
4. Fridrich J. Detecting LSB steganography in color, andgray-scaleimages / 164 Fridrich J., Goljan M., Rui Du // IEEE Multimedia Magaz., Special Issueon Security. – 2001. – Vol. 8, Iss. 4. – pp. 22-28. – DOI 10.1109/93.959097;

Чистов Валерій Ігорович — ад’юнкт, Харківський національний університет Повітряних Сил, Харків, e-mail: valera.chistov43@gmail.com

Васюта Костянтин Станіславович — доктор технічних наук, професор, заступник начальника університету з наукової роботи, Харківський національний університет Повітряних Сил, Харків

Chystov Valerii I. — adjunct, IvanKozhedubKharkivNationalUniversityoftheAirForce, Kharkivemail : valera.chistov43@gmail.com

Vasiuta Konstantyn S. — Doctor of Engineering Science, Professor, Deputy Head of the University for scientific, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv

В.П. Поздняк, В.Г. Кубрак, С.М. Блащук, О.В. Щербак

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПАРАМЕТРІВ Т-ПОДІБНИХ І ПАРАСОЛЬКОВИХ АНТЕН

Анотація. У роботі розроблено методуку автоматизованого розрахунку електричних характеристик та параметрів Т-подібних та парасолькових антен, призначених для роботи земною хвилею в системах радіозв'язку та радіонавігації в діапазонах кілометрових, гектометрових та декаметрових хвиль.

Ключові слова: електричні характеристики антен, методика розрахунку, парасолькові антени, Т-подібні антени.

Abstract. The paper developed a technique for automated calculation of the electrical characteristics and parameters of T-shaped and umbrella antennas designed to operate as a ground wave in radio communication and radio navigation systems in the ranges of kilometer, hectometer and decameter waves.

Keywords: calculation method, electrical characteristics of antennas, T-shaped antennas, umbrella antennas.

Як відомо, Т-подібні та парасолькові антени широко використовуються у наземній апаратурі радіотехнічних систем дальньої навігації (РСДН), приводних авіаційних радіостанціях (ПАР), а також для радіозв'язку в низькочастотній частині декаметрового діапазону хвиль при роботі земною хвилею.

Методика автоматизованого розрахунку радіолінії при зв'язку земною хвилею в діапазонах кілометрових, гектометрових та декаметрових хвиль з метою визначення граничної дальності забезпечення радіозв'язку (радіонавігації) із заданою якістю, що розроблена авторами, наведена у [1].

Однак у технічних описах систем радіозв'язку і радіонавігації зазвичай відсутні необхідні для розрахунку електричні характеристики та параметри використовуваних антен, а існуючі методи їх розрахунку складні, трудомісткі і вимагають високої кваліфікації виконавців. Ця робота присвячена автоматизації розрахунку електричних характеристик та параметрів Т-подібних та парасолькових антен у їх робочому діапазоні частот за допомогою прикладного математичного пакету Mathcad, який наочно представлено у [2].

Як приклад, розглянемо розрахунок електричних характеристик та параметрів штатної Т-подібної антени АТ-70/20 приводної радіостанції ПАР-10.

План розрахунку:

1. Розрахунок потенційних коефіцієнтів антени.
2. Розрахунок ємності вертикальної та горизонтальної частин антени.
3. Розрахунок хвильового опору вертикальної та горизонтальної частин антени.
4. Розрахунок довжини хвилі антени (за Конторовичем).
5. Розрахунок еквівалентної довжини антени.
6. Розрахунок активної складової опору випромінювання антени, віднесеної до пучності струму.
7. Розрахунок активної та реактивної складової вхідного опору антени.
8. Розрахунок опору втрат (за спрощеною формулою Шулейкіна) [3]:

$$R_{\Pi}(f) = A \cdot \frac{\lambda(f)}{\Lambda_0},$$

де $A = 25$ для сухого ґрунту у разі відсутності заземлення чи противаги, $A = 15$ для вологого ґрунту у разі відсутності заземлення чи противаги, $A = 3$ за наявності противаги.

9. Розрахунок повної активної складової вхідного опору антени за виразом згідно [3]:

$$R_{АП}(f) = R_A(f) + R_{\Pi}(f)$$

10. Розрахунок ККД антени за виразом згідно [3]:

$$\eta(f) = \frac{R_A(f)}{R_{АП}(f)}$$

11. Розрахунок коефіцієнта підсилення (КП) антени за виразом згідно [3]:

$$G(f) = 3 \cdot \eta(f)$$

За результатами розрахунку визначено електричні характеристики та параметри Т-подібних та парасолькових антен, які необхідні для визначення граничної дальності забезпечення радіозв'язку (радіонавігації). Методика, що розроблена, була неодноразово використана під час виконання науково-дослідних робіт та оперативних завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Костенко І.Л., Поздняк В.П., Блащук С.М., Казіміров О.О., Поляцко В.В. Методика автоматизованого розрахунку радіоліній при зв'язку землею. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2021. № 1(42). С. 110-17. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.42.14>.

2. Офіційний сайт РТС MATHCAD. Mathcad: Math software for your engineering calculations. – Режим доступу: <https://www.mathcad.com>.

3. Муравьёв Ю.К. Справочник по расчёту проволочных антенн / учебное пособие для вузов. Ленинград: ВАК, 1978. 393 с.

Поздняк Валерій Павлович – науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: hil_pozdnyak@ukr.net

Кубрак Володимир Галустович – начальник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vladkubrak@ukr.net

Блащук Світлана Миколаївна – кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: svetlanarot1977@gmail.com

Щербак Олег Володимирович – науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: joi001700@gmail.com

Pozdnyak Valerii – research associate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: hil_pozdnyak@ukr.net

Kubrak Volodymyr – chief of the research department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: vladkubrak@ukr.net

Blashchuk Svitlana – candidate of technical sciences, lead research of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: svetlanarot1977@gmail.com

Shcherbak Oleg – research associate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: joi001700@gmail.com

УДК: 621.396.96

В.Й. Климченко, В.О. Тютюнник, К.А. Тах'ян

ОБҐРУНТУВАННЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ ЗОНИ ОГЛЯДУ ПРОСТОРУ СПЕЦІАЛІЗОВАНИМИ РЛС ВІЯВЛЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

***Анотація.** Обґрунтовано вибір частотного діапазону роботи РЛС та визначена оптимальна форма зони виявлення цілей з урахуванням особливостей гіперзвукових літальних апаратів, як об'єктів радіолокації.*

Ключові слова: гіперзвукові літальні апарати, зона виявлення, огляд простору, радіолокаційна станція, частотний діапазон.

***Abstract.** The choice of frequency band for radar to detect of hypersonic aircraft is grounded. The optimal vertical coverage of radars which taking into account design features of hypersonic aircraft, as objects of radio-location, is determined.*

Keywords: coverage pattern, frequency band, hypersonic aircraft, radar, radar detection zone.

Оглядові радіолокаційні станції (РЛС) контролю повітряного простору використовують, як правило, радіочастотні діапазони, які визначені Міжнародним регламентом частот для засобів радіолокації (сантиметровий (середня довжина хвилі $\lambda=10$ см), дециметровий (середня довжина хвилі $\lambda=23$ см) і метровий (середня довжина хвилі $\lambda=1,8$ м) діапазони) [1]. При виборі діапазону частот для РЛС виявлення гіперзвукових літальних апаратів (ГЗЛА) необхідно враховувати їх особливості так, щоб звести до мінімуму негативний вплив на виявлення і супроводження. ГЗЛА вважаються такі апарати, що можуть здійснювати тривалі польоти за законами аеродинаміки зі швидкістю не менше, ніж 5М, у верхніх шарах стратосфери та у мезосфері на висотах до 80 км [2].

В сантиметровому діапазоні довжин хвиль легко досягти високих точностей і роздільних здатностей по кутових координатах за невеликих розмірів антенних систем. Водночас ефективна площа розсіювання (ЕПР) ГЗЛА в цьому діапазоні в рази менше, ніж в дециметровому і метровому діапазонах довжин хвиль [3]. Означений чинник суттєво впливає на дальність виявлення ГЗЛА, яка має становити близько 1000 км. За таких дальностей необхідно враховувати значне поглинання електромагнітної енергії атмосферою в сантиметровому діапазоні довжин хвиль.

Метровий діапазон має суттєві переваги над сантиметровим щодо виявлення ГЗЛА. Розміри ГЗЛА і довжина хвилі є величинами сумірними, завдяки чому проявляється резонансний ефект при відбитті радіохвиль і ЕПР збільшується. Поглинанням електромагнітної енергії атмосферою в цьому діапазоні має незначну величину. Водночас для досягнення необхідних значень точнісних характеристик і роздільних здатностей потрібні антенні системи з надзвичайно великою апертурою. Крім цього, в метровому діапазоні, через вплив ефекту віддзеркалення радіохвиль від підстильної поверхні неможливо "притиснути" нижню кромку зони виявлення цілей до лінії горизонту, що дуже важливо для ГЗЛА, які необхідно виявляти з появою їх в зоні прямої радіовидимості.

В дециметровому діапазоні довжин хвиль певною мірою поєднуються переваги сантиметрового і метрового діапазонів, що пояснюється табл. 1, в якій розставлені пріоритети використання того чи іншого діапазону з урахуванням особливостей ГЗЛА і можливостей технічної реалізації РЛС. Отже, і з міркувань урахування особливостей ГЗЛА, як об'єктів радіолокації, і з міркувань можливостей технічної реалізації РЛС доцільним є використання дециметрового діапазону ($\lambda=23$ см).

При визначенні потрібної форми зони у горизонтальній площині необхідно виходити з того, що ГЗЛА можуть діяти тільки з певних напрямків. Через це здійснювати круговий огляд немає потреби. Досить визначити сектор огляду шириною 90° з можливістю встановлення бісектриси сектору в будь-якому напрямку β_n .

Таблиця 1 – Сукупність переваг і недоліків діапазонів хвиль щодо виявлення і супроводження ГЗЛА.

Діапазон	Властивості ГЗЛА			Можливості з технічної реалізації			
	ЕПР	Stealth	Плазмовий шар	Розміри антенної системи	Формування зони	Точність виміру координат	Розрізнюв. здатність
См	3	3	3	1	1	1	1
Дм	2	2	2	2	2	2	2
М	1	1	1	3	3	3	3

При визначенні потрібної форми зони огляду 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 [4]. Це означає, що при виявленні ГЗЛА на дальності радіогоризонту для таких висот польоту (600...800 км) підлітний час буде становити не більше 5 хв. Отже, РЛС повинна виявляти ГЗЛА на дальностях не менше дальності радіогоризонту для найбільш імовірних висот польоту ГЗЛА.

Ідеальна форма зони огляду у вертикальній площині наведена на рис. 1 (жирні лінії). Вона має дві характерні ділянки: ізодальнісну і секансну. Функціональна залежність дальності виявлення цілей $r(\varepsilon)$ від кута місця на різних ділянках визначається по-різному.

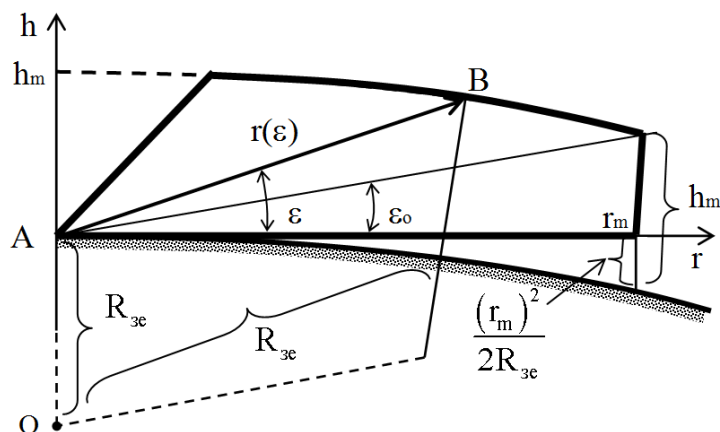


Рисунок 1 – До визначення залежності $r(\varepsilon)$.

На ізодальнісній ділянці в межах кутів місця $\varepsilon_0 \geq \varepsilon \geq 0^\circ$

$$r(\varepsilon) = r(\varepsilon_0) = r_m. \quad (1)$$

Функціональна залежність дальності виявлення цілей $r(\varepsilon)$ від кута місця в області кутів місця $\varepsilon > \varepsilon_0$ може бути визначена через вирішення трикутника OAB (див. рис. 1). Через відомі сторони OA, OB і кут OAB можна розрахувати величину

$$r(\varepsilon) = (R_{ze} + h_m) \cos \left(\varepsilon + \arcsin \left(\frac{R_{ze} \cos \varepsilon}{R_{ze} + h_m} \right) \right) \operatorname{sc}(\varepsilon), \quad (2)$$

де $R_{ze} = 8470$ км – еквівалентний радіус Землі;

h_m – максимальна висота виявлення цілей.

Кут місця ε_0 , який розмежовує ізодальнісну і секансну ділянки зони, визначається співвідношенням

$$\varepsilon_0 = a \sin \left(\frac{h_m}{r_m} - \frac{r_m}{2R_{ze}} \right), \quad (3)$$

що впливає з геометрії рис. 1.

Розмір вертикального сектору огляду визначається допустимим радіусом "мертвої воронки", який не повинен перевищувати значення висоти польоту цілі, тобто огляд простору у вертикальній площині має здійснюватись в секторі $0^\circ \leq \varepsilon \leq 45^\circ$.

Із співвідношень (1)...(3) можна визначити потрібну нормовану форму зони огляду у вертикальній площині

$$F(\varepsilon) = \frac{r(\varepsilon)}{r_m} = \begin{cases} 1, & \varepsilon_0 \geq \varepsilon \geq 0^\circ; \\ \frac{\cos\left(\varepsilon + \arcsin\left(\frac{R_{ze} \cos \varepsilon}{R_{ze} + h_m}\right)\right) \cdot \text{sc}(\varepsilon)}{\cos\left(\varepsilon_0 + \arcsin\left(\frac{R_{ze} \cos \varepsilon_0}{R_{ze} + h_m}\right)\right) \cdot \text{sc}(\varepsilon_0)}, & 45^\circ \geq \varepsilon > \varepsilon_0; \\ 0, & \varepsilon > 45^\circ \vee \varepsilon < 0^\circ. \end{cases} \quad (4)$$

З урахуванням (4) ідеальна форма зони виявлення ГЗЛА може бути описана так:

$$D(\varepsilon) = D_m \cdot F(\varepsilon), \quad (5)$$

де D_m – максимальна дальність виявлення РЛС цілей з ЕПР $\sigma_{\text{ц}} \approx 0,3 \text{ м}^2$, яка є характерною для різних типів гіперзвукових крилатих ракет [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Регламент радиосвязи. Международный союз электросвязи.– 2016. – Т1. – 430 с.
2. 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.
3. Сухаревський О.І. Моделювання відбивних властивостей гіперзвукових крилатих ракет / О.І. Сухаревський, В.О. Василець, В.Й. Климченко, К.А. Тах'ян // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2022. – №1(46). – С. 64-71.
4. Купцов И. М. Борьба с гиперзвуковыми летательными аппаратами: новая задача и требования к системе воздушно-космической обороны //Военная мысль. 2011. №1.С. 10-17.

Климченко Василь Йонович – кандидат технічних наук доцент провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-3999-8130>, vasklim@i.ua

Тютюнник Владислав Олександрович – кандидат технічних наук старший науковий співробітник начальник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-7766-3246>, tvlad1970@gmail.com

Тах'ян Кристина Альбертівна – науковий співробітник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, madi27@ukr.net

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 Tyutunnyk – 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

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

В.П. Ясинецький, О.В. Якобінчук

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ ЗІП-Г, ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТЕХНІКИ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Анотація.

У доповіді наведено деякі принципи формування запасів запасних частин, що входять до складу ЗІП-Г, для забезпечення поточного ремонту техніки зв'язку та інформаційних систем, наведено їх характеристику.

Ключові слова: Запаси, принципи формування запасів, техніка зв'язку та інформаційних систем, ремонт.

Abstract.

The report gives some principles of forming stocks of spare parts that are part of ZIP-G, to ensure current repair of communication equipment and information systems, their characteristics are given.

Keywords: Stocks, principles of stock formation, communication and information systems technique, repair.

Одним з основних напрямків підвищення ефективності функціонування системи технічного забезпечення зв'язку та інформаційних системі її невід'ємної підсистеми – системи ремонту (СР), є раціональне створення та використання запасів запасних частин (ЗЗЧ), що входять до складу ЗІП-Г, для забезпечення поточного ремонту техніки зв'язку та інформаційних систем (ТЗ та ІС) агрегатним методом. Формування ЗЗЧ повинно базуватися на використанні основних принципів синтезу складних організаційно-технічних систем.

Принцип системності. Зазначений принцип передбачає розгляд ЗЗЧ як складної системи, з притаманною їй ієрархічною структурою, участю людей у функціонуванні, великою кількістю підсистем та інформації, яка циркулює.

Під ефективністю системи ЗЗЧ слід розуміти співвідношення між результатом її функціонування та затратами на його досягнення у визначений час. Тобто, процес забезпечення необхідними запасними частинами ремонту ТЗ та ІС, як і будь-який вид діяльності, пов'язаний з ефективним розподілом або використанням матеріальних, фінансових, часових та інших ресурсів. Відповідно, в основі формування системи ЗЗЧ, у том числі визначення норм накопичення запасів, повинні лежати методики оцінювання ефективності і оптимізації ЗЗЧ, як системи, з використанням воєнно-економічних показників – ефект-затрати-час.

Принцип відповідності та структурної єдності СР і системи ЗЗЧ. Для цього принципу характерно зростання його важливості з розвитком СР, впровадження агрегатного методу ремонту (АМР) у війська та модульного принципу конструювання сучасної ТЗ та ІС. На даний час до військових частин надходить ТЗ та ІС, яка суттєво відрізняється від попередніх зразків, не тільки своїми покращеними властивостями, але й, як наслідок цього, багатократним ускладненням окремих вузлів і конструкції загалом.

Принцип ешелонування. Комплекти ЗІП-Г, як основна частина запасів, разом з іншим майном і матеріалами, які входять до складу комплектів воєнно-технічного майна, які формуються за принципом належності до рівня утворення.

Крім наведених основних принципів формування ЗЗЧ, що входять до складу ЗІП-Г для забезпечення поточного ремонту техніки зв'язку та ІС існують, не менш важливі, інші принципи, котрими керуються при синтезі складних організаційно-технічних систем.

Зокрема, принцип збалансованості та достатності при формуванні структури системи; принцип безінерційності при переході з режиму мирного часу на вирішення в умовах ведення бойових дій; принцип інваріантності та однорідності, котрий вимагає збереження організаційно-технічної структури систем ЗЗЧ при багатократному її повторенні в різних військових утвореннях і умовах обстановки, забезпечення уніфікації технічних засобів

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

технічного забезпечення, ремонтної, нормативної та облікової документації, єдиних стандартів при підготовці спеціалістів; принцип еволюційного розвитку, який визначає послідовний і ритмічний розвиток системи ЗЗЧ, а також інші загальноприйняті принципи, котрі визначають риси складних організаційно-технічних систем, які формуються. Таким чином, врахування вимог основних принципів формування системи ЗЗЧ, вбудованої в СР ТЗ та ІС, є науково-методологічним базисом її синтезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рубан Л.О., Козел М.А. Формування та оптимізація виробничих запасів у логістичній системі. Бухгалтерський облік, аналіз та аудит. – 2019. Випуск 34. – С. 313–318. Режим доступу: <https://doi.org/10.32843/infrastruct34-45>.

2. Скригун Н., Цимбалюк Л. Оптимізація виробничих запасів як один з напрямків управління витратами. Економіка підприємств. – 2003. – №2. – С. 39–41.

3. Барабанов І.В., Бутенко О.П. Оптимізація рівня запасів на підприємстві з використанням формули Вілсона. Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2011. – № 36. – С. 118–121.

Ясинецький Василь Павлович – кандидат військових наук, доцент, професор кафедри радіотехнічних та спеціальних військ Інститут авіації та протиповітряної оборони Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 03049, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 28; e-mail – yasunetskuy@ukr.net

Якобінчук Олександр Вікторович – кандидат військових наук, доцент, заступник начальника кафедри радіотехнічних та спеціальних військ Інститут авіації та протиповітряної оборони, Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 03049, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 28; e-mail – o.yakobinchuk@gmail.com

Yasynetskyi Vasyl Pavlovych – PhD in Military Sciences, Assistant Professor, Professor of the department of radio-technical and special troops, The Aviation and Air Defense Institute, The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Povitroflotsky avenue, 28, Kyiv, Ukraine, 03049; e-mail – yasunetskuy@ukr.net

Yakobinchuk Oleksandr Viktorovych – PhD in Military Sciences, Assistant Professor, Deputy head of the department of radio-technical and special troops, The Aviation and Air Defense Institute, The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Povitroflotsky avenue, 28, Kyiv, Ukraine, 03049; e-mail – o.yakobinchuk@gmail.com

В.В. Сніцаренко, М.В. Белоус, А.В. Сінчук

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЗАВДАНЬ ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

***Анотація.** У доповіді розглянуто склад завдань що підлягають автоматизації в системі управління безпілотними авіаційними комплексами.*

Ключові слова: безпілотні авіаційні комплекси, система управління, автоматизована система управління, підвищення ефективності, бойове застосування.

***Abstract.** The report considers the composition of tasks that are subject to automation in the control system of unmanned aircraft system.*

Keywords: unmanned aircraft complexes, control system, automated control system, efficiency enhancement, combat employment.

Під час збройної агресії російської федерації проти України безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК) різних класів активно застосовуються для проведення повітряної розвідки та нанесення повітряних ударів по об'єктах противника підрозділами Збройних Сил України. За результатами аналізу застосування БпАК було виявлено невідповідність автоматизованих систем управління вимогам сучасного стану розвитку та застосування БпАК. Так основною із проблем є недостатньо ефективна система управління застосуванням БпАК тому, що існуючі в підрозділах ЗС України системи управління та окремі програмно-апаратні засоби не об'єднані в одну багаторівневу автоматизовану систему управління БпАК.

Система управління повинна забезпечувати виконання таких завдань:

збір, оброблення та зберігання інформації, з можливістю відображення відеоданих в масштабі часу близькому до реального;

видача даних командирам і штабам з метою своєчасної підготовки та обґрунтування прийнятих рішень;

корегування планів бойового застосування підрозділів БпАК;

своєчасного доведення (скасування) наказів (команд, сигналів) і розпоряджень до підрозділів БпАК і контролю їх виконання;

прийом розпорядчих документів від органів управління вищої ланки, доповідей про готовність до виконання і про виконання завдань від підпорядкованих органів управління та підрозділів БпАК;

формування в автоматизованому режимі та доведення до абонентів бойових, розпорядчих та інформаційних документів (команд), даних про оперативно-тактичну (тактичну) обстановку, доповідей про виконання завдань та інше;

управління ударами БпАК;

забезпечення стійким зв'язком з абонентами інформаційної взаємодії, обмін формалізованими та неформалізованими інформаційними повідомленнями (документами), інформаційний обмін даними будь-якого формату по закритих і відкритих каналах телекомунікаційних мереж ЗС України тощо.

Система управління повинна забезпечувати підвищення ефективності застосування військ (сил) ЗС України та підтримку прийняття рішень Головнокомандувача ЗС України, Генерального штабу ЗС України, командувачів видів (родів) військ (сил), командувачів міжвидових угруповань військ (сил), органів військового управління, військових частин ЗС України та інших військових формувань щодо виконання завдань:

нанесення повітряних ударів по об'єктах противника із застосуванням ударних БпАК;

визначення координат об'єктів для ураження;

корегування вогню артилерії;

визначення результатів ракетно-бомбових ударів;

ведення усіх видів повітряної розвідки;
виконання спеціальних завдань (ретрансляція радіозв'язку, ведення радіоелектронної боротьби, транспортування вантажів, створення топографічних карт місцевості, імітація повітряних цілей, ведення інформаційно-психологічної протидії, освітлення місцевості тощо);
збору, узагальнення, обробки і передачі інформації з використанням БпАК та автоматизованої системи управління.

Система управління БпАК повинна відповідати таким вимогам [1]:

бути автоматизованою багаторівневою системою, сумісною з іншими перспективними автоматизованими системами управління ЗС України;

оснащуватися сучасними універсальними апаратно-програмними засобами;

забезпечувати оперативність, стійкість, безперервність, скритність та якість управління підрозділами БпАК під час підготовки та в ході ведення операцій;

мати надійні канали зв'язку з усіма залученими органами військового управління та підрозділами БпАК.

Функціонування системи управління БпАК дозволить здійснювати:

планування та коригування завдань (місій) бойового застосування підрозділів БпАК;

збирання, оброблення, узагальнення та передавання даних користувачам в реальному масштабі часу;

формування в автоматизованому режимі та доведення до абонентів бойових, розпорядчих та інформаційних документів (команд), даних про оперативну, оперативно-тактичну та тактичну обстановку;

управління виконанням завдань (місій) щодо бойового застосування підрозділів БпАК;

забезпечення стійким зв'язком з абонентами інформаційної взаємодії, обмін формалізованими та неформалізованими інформаційними повідомленнями (документами);

контроль виконаних завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петрушенко М. М. Організація та проведення математичного моделювання у Повітряних Силах Збройних Сил України: методичний посібник / М.М. Петрушенко, Г.В. Певцов, В.В. Коваль, Г.В. Худов, Д.А. Гриб; під редакцією М.М. Петрушенка. – Вінниця-Харків: Командування Повітряних Сил Збройних Сил України; Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2012. – 100 с.

Сніцаренко Віталій Вікторович – начальник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: sniczarenko@ukr.net

Белоус Михайло Васильович – старший науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: belorys_kh@ukr.net

Сінчук Андрій Валерійович – науковий співробітник науково-дослідної лабораторії науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: andrsinchuk@gmail.com

Vitaly Snitsarenko – head of the research department of the scientific research department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: sniczarenko@ukr.net

Mikhail Belous – senior researcher of the Research Department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: belorys_kh@ukr.net

Andriy Sinchuk – researcher of the Research Department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: andrsinchuk@gmail.com

В.С. Матеуш

УКРАЇНСЬКІ АНТИДРОНОВІ СИСТЕМИ

Анотація

Компанія Kvertus від 2017 року займається розробкою та виготовленням антидронових рушниць, а тепер також пристрої, які заважають технічним засобам ворога «бачити» наших солдатів. Засновник компанії Андрій Знайченко розповів, як військові приземляють ворожі безпілотні літальні апарати (БпЛА), скільки коштує антидронова рушниця, чи є спосіб врятувати від неї техніку та у чому унікальність першої у світі «війни дронів». А також про те, чому ці рушниці могли би мати будь-яку форму.

Ключові слова: БпЛА, «війна дронів», антидронові рушниці.

Abstract

Since 2017, the Kvertus company has been developing and manufacturing anti-drone guns, and now also devices that prevent enemy vehicles from "seeing" our soldiers. The founder of the company, Andriy Znaychenko, told how the military lands enemy UAVs, how much an anti-drone gun costs, whether there is a way to save equipment from it, and what is the uniqueness of the world's first "drone war". And also about why these guns could have any shape.

Key words: Unmanned aerial vehicles, "war of drones", anti-drone guns.

Про ідею, поїздки у Китай з працівниками СБУ та «глушилки» для телефонів

Компанія розпочала свою роботу у січні 2017 року, раніше це був інтернет-магазин, торгували мобільними телефонами з Китаю. Згодом з'явилися блокувачі мобільного зв'язку і почали їх продавати. Згодом запустили окремий сайт для таких товарів. У 2014 році, коли розпочалася війна, бізнес був не дуже активний, але було зрозуміло, що техніка, яка б блокувала ворожий зв'язок, дуже потрібна солдатам.

«Я з'їздив у Міністерство оборони та інші відомства і побачив, що у нас немає компактних пристроїв для бійців, які могли б зберегти їхні життя. Була лише техніка, яку возили на КамАЗах та БТР. Я написав голові СБУ, що можу власним коштом відвезти двох технічних працівників відомства до Китаю, щоб вони перейняли досвід. У 2015 році ми полетіли у Китай і за тиждень відвідали 14 підприємств різного рівня — від тих, де працівники паяють щось «на коліні», до приватних компаній, які працюють на ВПК Китаю. Я подумав, що в Україні можна робити таке саме. Тоді ж у Китаї я вперше побачив портативний блокувач дронів. Його генерувальна частина була приєднана до іграшкового автомата. Цей виріб і став прототипом нашої рушниці.»

Перша антидронова рушниця

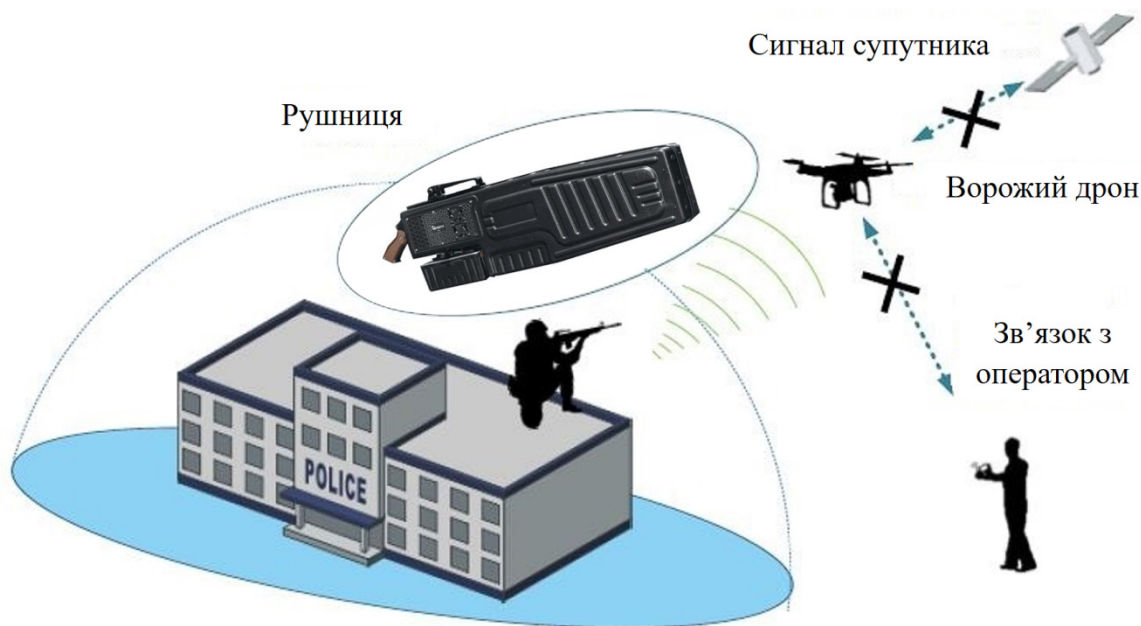
«У 2016 році у мене з'явився партнер — талановитий інженер, і ми разом зробили першу рушницю. Вона була недосконалою, але на випробуванні запрацювала. Це було диво. Ми заблокували навігацію у дрона із відстані 350 м та керування на 250 м. В Україні на той час не було аналогічної техніки, бо навіть у світі мало хто думав збивати дрони. Ми зробили кілька моделей цієї рушниці та продемонстрували її на виставці «Зброя та безпека» у 2017 році. Тоді й запустили власне виробництво. На виставці ми показали модель, повністю зроблену в Україні, але з використанням іноземної електроніки. Ми зробили фурор, бо представили прилад, який не поступався найкращим світовим зразкам. На полігоні Нацгвардії ми змагалися з литовськими виробниками. У нас були набагато кращі результати. Це означало, що ми робимо крутий продукт.»

Як працює антидронова рушниця

У дрона є прийнятно-передавальний пристрій. За його допомогою апарат розуміє, де він перебуває, а також налагоджує зв'язок із пультом керування. Пульт передає команди, а дрон надсилає відео.

Рушниця генерує на тих самих частотах щільнішу хвилю, ніж зв'язок між дроном та пультом. Тому, коли дрон потрапляє у хвильове поле рушниці, він не може надсилати

інформацію та отримувати команди. У таких випадках трапляється два варіанти. Якщо немає вітру, дрон зависає на певний час, вмикає аварійну посадку та сідає на тому ж місці, де його «збили». Якщо погода вітряна, дрон зносить вітром і він розбивається.



Чи є способи захистити дрон від рушниці

Усі дрони, які є на полі бою, або фабричні, або зроблені з фабричних складників. Тому вони працюють у конкретному діапазоні частот та за визначеними стандартами. Немає гарантій, що можна впливати на усі дрони, але бувають випадки, що з наших рушниць збивають «Орлан-10», хоча вони не передбачались для того, щоб збивати БПЛА типу «Крило». Їх розробляли, щоб нейтралізувати комерційні дрони, яких зараз на території бойових дій 95-97%. Рушниця ефективна проти них усіх, захистити дрони практично неможливо. Військові БПЛА мають систему інерціальної навігації, тож можуть записувати рельєф місцевості. Теоретично вони здатні повернутися за цими координатами «додому», але зазвичай ця система не точна. За 3-5 років цю технологію вдосконалять, однак на тепер відхилення становить 35-40%. Тобто, якщо дрон відлетить на кілометр, то повернеться на територію у радіусі 350-400 метрів.

Чи потрібні спеціальні вміння для стрільби з антидронові рушниці

Техніка насправді проста — лише одна кнопка. Стрілецькі навички теж не потрібні. Рушниця схожа на автомат, але це лише для зручності, її можна зробити будь-якої форми. Тому точне прицілювання не потрібне, кут хвилі приблизно 30°, потрібно лише потрапити у цей діапазон. Ураження можливе на відстані до 3,5 км. Хоча цілковитого розуміння, як правильно працювати з рушницею, досі немає, бо ще ніколи у світі дрони так масово не використовували під час війни. Антидронові рушниці — це нова техніка на війні.

«Нещодавно була цікава ситуація. Користувачі розповіли, що за допомогою спуфінг-атаки росіяни намагалися перехопити керування їхнього дрона. Тоді вони спрямували на свій дрон рушницю і таким чином заблокували перехоплення. Ми навіть не думали, що її так можна застосувати. Ми зараз також працюємо над тим, щоб максимально захистити бійця від виявлення ворожою РЕБ-технікою.» - зазначає Андрій Знайченко

Про виробництво та ціни

«Ми виготовили приблизно 300 раз, хоча потрібно не менше тисячі, оскільки довжина фронту майже 2,5 тис. км. Нам дуже допомогла компанія «Ноосфера» і Максим Поляков. Він замовив у нас 100 рушниць. Це приблизно така сама кількість, яку ми зробили за сім років до повномасштабної війни. Також, виготовляємо стаціонарні системи протидії безпілотникам. Наше обладнання дозволяє захищати від прильотів дронів на відстані 4-8

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

км. Раніше Kvertus працював у Києві, але з початком війни ми переїхали на захід України. Нам не вдалося вивезти все обладнання, тому багато деталей ми робимо на аутсорсі в Україні. Деякі з верстатів, які ми замовили на початку року, досі їдуть. Я сподіваюся, що вони будуть у грудні. Сьогодні ми можемо складати 10 рушниць за день, якщо є всі потрібні деталі. На початку війни нам дуже допомогли волонтери, які робили передоплату. Вартість однієї рушниці до війни становила \$15 тис., але ми знизили ціну до \$12 тис. без втрати якості. Маємо на сьогодні мінімальний прибуток, щоб рушниці були більш доступні замовникам.»



KVSG-6 Kvertus

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Посилання на онлайн ресурс:
<https://speka.media/yak-pracyuyut-ukrayinski-antidronovi-rusnici-intervyu-iz-zasnovnikom-kompaniyi-kver-vrq1n9>
2. Посилання на онлайн ресурс:
<https://mil.in.ua/uk/news/ukrayinskym-vijskovym-peredaly-antydrnovi-rushnytsi-kvs-antidrong-6-vitchyznyanogo-vyrobnytstva/>
3. Посилання на онлайн ресурс:
<https://www.unian.ua/war/antidronovi-rushnici-shcho-ce-take-i-yak-dopomagaye-znishchuvati-vorozhi-bpla-novini-vtorgnennya-rosiji-v-ukrajinu-11871501.html>

Mateush Владислав Сергійович — слухач Кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vladick.mateush2014@gmail.com

Mateush Vladyslav - student Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vladick.mateush2014@gmail.com

В.А. Лупандін, Г.В. Мегельбей, О.М. Сотніков, О.Б.Танцюра

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЗАХИСТУ ОБ’ЄКТІВ ТА ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД РОЇВ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

***Анотація.** В доповіді розглянуті основні підходи щодо побудови роїв безпілотних літальних апаратів та тактиці застосування роїв безпілотних літальних апаратів. Рій безпілотних літальних апаратів представляє собою групу безпілотних літальних апаратів, що об’єднані в рій, котрий керується як одне ціле. Рій може включати у себе однотипні та різнотипні безпілотні літальні апарати, що здатні виконувати часткові задачі для досягнення основного завдання рою. У статті проведено дослідження щодо ймовірних варіантів побудови роїв безпілотних літальних апаратів та тактиці їх застосування. У відповідності до тактики їх застосування визначені найбільш перспективні напрямки протидії роям безпілотних літальних апаратів.*

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, рій безпілотних літальних апаратів, тактика застосування роїв безпілотних літальних апаратів, ройова зброя, протидія роям безпілотних літальних апаратів

***Abstract.** The report discusses the main approaches to building swarms of unmanned aerial vehicles and the tactics of using swarms of unmanned aerial vehicles. A swarm of unmanned aerial vehicles is a group of unmanned aerial vehicles united in a swarm that is controlled as a unit. A swarm can include the same type and different types of unmanned aerial vehicles capable of performing partial tasks to achieve the main task of the swarm. In the article, research is conducted on possible options for building swarms of unmanned aerial vehicles and the tactics of their use. In accordance with the tactics of their use, the most promising directions for countering swarms of unmanned aerial vehicles have been determined.*

Keywords: unmanned aerial vehicle, swarm of unmanned aerial vehicles, tactics of application of swarms of un-manned aerial vehicles, swarm weapons, counteraction to swarms of unmanned aerial vehicles.

На сьогоднішній день у світі поширюються розробки зі створення ройової зброї, а саме роїв (груп) безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Рій – представляє собою групу БПЛА, який керується як одне ціле, може включати у себе однотипні та різнотипні апарати, що здатні виконувати часткові задачі для досягнення основного завдання рою [1]. Аналіз перспектив розвитку та застосування БПЛА свідчить про інтенсивний розвиток в світі технології створення й управління роїв (груп) БПЛА. Рої БПЛА передбачають скоординовані дії апаратів, які взаємодіють між собою та оточуючим середовищем. Кожний апарат виконує прості базові правила, але в сукупності вони діють як складний організм, здатний приймати рішення, формувати маршрути польоту та обирати цілі. Рій не має лідера та може адаптуватися до змін в команді. Управління здійснює оператор, який стежить за ходом виконання завдання та в будь-який момент часу може втручатись в керування БПЛА.

Планується, що рої БПЛА будуть запускати з кораблів, літаків та наземної військової техніки. Виконувати завдання з радіоелектронної розвідки, радіоелектронної боротьби та ударні функції.

Також рої БПЛА у своєму складі будуть мати БПЛА різних класів, що значно ускладнює задачу щодо протидії їм. Протидіяти тактиці ройових систем значно складніше, ніж поодиноким БПЛА, тому проведення досліджень щодо визначення напрямків протидії групам БПЛА є актуальною задачею.

Аналіз публікацій [1-8] з цієї тематики показав, що для створення роїв [6-7] застосовуються БПЛА різних класів, але однією з основних вимог є їх мала вартість. Проте, протидіяти тактиці ройових систем значно складніше ніж поодиноким БПЛА [4-8], що вимагає визначення напрямків захисту об’єктів та озброєння і військової техніки (ОВТ) від роїв БПЛА.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Найбільш перспективними способами боротьби з роями є порушення мережі управління з оператором та внутрішніх міжройових зв'язків [5-7].

Таким чином, визначення напрямків захисту та в подальшому розробки концепції захисту об'єктів та озброєння і військової техніки від роїв БПЛА є актуальним завданням.

Рій БПЛА має низку переваг проти застосування одиночних апаратів, а саме: можливість здійснення координованих атак одночасно з різних напрямків; можливість підтримання функцій роя після втрати окремих апаратів; можливість ведення розподіленої розвідки або нападу, та навпаки нанесення сфокусованих точкових ударів аналогічних високоточній зброї; застосування роїв для ведення радіоелектронної боротьби в широкому діапазоні частот та інші.

Для ройової зброї можуть використовуватись БПЛА різних класів (нано-, мікро-, міні, тактичних та оперативно-тактичних). Рої можуть виконувати завдання з радіоелектронної розвідки, радіоелектронної боротьби (РЕБ) та ударні функції. Відстань між апаратами в рою може бути від десятків сантиметрів до десятків метрів. Рої БПЛА будуть запускати з кораблів, літаків та наземної військової техніки.

До складу рою можуть входити БПЛА, які за своїм функціональним призначенням мають різні завдання, а саме: ведення оптико-електронної та (або) радіолокаційної розвідки, виконання ударних завдань відповідно бойового навантаження, мають на борту засоби обробки інформації, зв'язку та передачі даних. На відміну від управління одиночними БПЛА, де є тільки мережа зв'язку “оператор-БПЛА”, в роях необхідне створення мережі “БПЛА-БПЛА”.

Проведений доповіді аналіз показав, що протидія тактиці роїв значно складніша ніж протидія поодиноким БПЛА. За визначенням іноземних фахівців [8] на сьогоднішній час існуючі засоби ППО не підготовлені до ефективної протидії групам БПЛА. Для знищення БПЛА витрачається велика кількість коштовних боєприпасів.

Крім того, існує реальна небезпека розповсюдження тактики застосування БПЛА не тільки державними збройними силами але й незаконними збройними формуваннями. Терористичні дії з застосуванням БПЛА суттєво підвищують руйнівні наслідки.

Тобто, поява реальних загроз, що пов'язана із застосуванням груп БПЛА в терористичних цілях, потребує уваги та прийняття заходів протидії. Відповідно виникає завдання перед ППО держави щодо удосконалення технічних та тактичних спроможностей з відбиття окремих БПЛА та роїв.

Під захистом об'єктів та озброєння і військової техніки від роїв БПЛА будемо розуміти комплекс заходів, засобів та органів управління узгоджених за метою, місцем і часом, які спрямовані на ураження БПЛА роїв або зниження ефективності їх застосування.

Враховуючи те, що рій БПЛА є розподіленою в просторі ціллю зі змінними просторовими розмірами та конфігурацією вплив на окремі БПЛА точковими ударами є не ефективним. Найбільш перспективним засобом ураження роїв БПЛА є електромагнітна зброя радіодіапазону. Вражаючим фактором якої є потужне імпульсне електромагнітне випромінювання, під впливом якого радіоелектронні засоби втрачають працездатність. Основною перевагою електромагнітної зброї радіодіапазону є те, що вражаючий електромагнітний імпульс розповсюджується в просторі в межах діаграми спрямованості антени, яка значно більша в порівнянні з лазерною зброєю та засобами вогневого ураження (ЗРК, ЗАК, СЗ).

Засоби РЕБ з БПЛА призначені для порушення управління дистанційно-керованих БПЛА, зниження ефективності їх бойового застосування в ході ведення бойових дій та при запобіганні терористичних актів. Радіоелектронне прикриття об'єктів та ОВТ від БПЛА здійснюється шляхом радіоелектронного подавлення бортових приймачів супутникової навігації, каналів управління й передачі цільової інформації.

Одним з перспективних напрямків розвитку засобів РЕБ з БПЛА вважаються перспективні засоби радіоелектронної боротьби, які мають порушувати не тільки мережі управління з оператором та мережі всередині рою БПЛА.

Радіоелектронні системи БПЛА, а саме управління, розвідки, виявлення, наведення, взаємодії між БПЛА та інші використовують радіохвилі. Тому перспективним напрямком захисту об'єктів та ОВТ від роїв БПЛА є модифікація середі розповсюдження радіохвиль з метою унеможливлення нормального функціонування радіоелектронних систем БПЛА.

Існуючі засоби модифікації середі розповсюдження радіохвиль, такі як аерозольні утворення та дипольні відбивачі мають суттєві недоліки, а саме: вузький діапазон робочих частот та нетривалий час існування завдяки впливу метеорологічних умов. Тому, для захисту об'єктів та ОВТ доцільно створення захисних екранів на основі об'ємних плазмотворюючих технологій.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт у зразків озброєння та військової техніки”

БПЛА, що об'єднані в рої, є розподіленою в просторі системою озброєння, яка передбачає скоординовані дії апаратів, які взаємодіють між собою та оточуючим середовищем. Кожний апарат виконує прості базові правила, але у сукупності діють як складний організм, здатний приймати рішення, формувати маршрути польоту та обирати цілі. Рій не має лідера та може адаптуватися до змін в команді.

Управління здійснює оператор, який стежить за ходом виконання завдання та в будь-який момент часу може втручатись в керування БПЛА.

Система управління роями на відміну від системи управління поодинокими БПЛА потребує додаткової мережі обміну інформації між БПЛА. В цій мережі циркулює інформація про позиціонування, орієнтування апаратів у просторі, шиккування у бойові порядки відповідно ситуації, що склалася.

На основі аналізу принципів побудови та особливостей функціонування роїв БПЛА визначено, що найбільш перспективними напрямками захисту об'єктів та ОВТ від роїв БПЛА є електромагнітна зброя радіодіапазону, засоби радіоелектронної боротьби та засоби захисту на основі об'ємних плазмових технологій.

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 та ін. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2019. № 2(35). С. 88-96. <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.35.11>.
2. Савин Л. В. Вариант будущей войны: роение боевых роботов. *Стратегическая стабильность*. 2017. № 1(78). С. 24-35.
3. Бойко А. Рои беспилотников. *Robotrends*: веб-сайт. URL: <http://robotrends.ru/robopeedia/roi-bespilotnikov>
4. Зинченко П. Армия США тестирует командное использование дронов и роботов. *Comments*: веб-сайт. URL: <https://comments.ua/news/it/robots/630820-armiya-ssha-testiruet-komandnoe-ispolzovanie-dronov-i-robotov.html>.
5. Юфеев С. Рой беспилотников. Будущее боевых действий. *Военное обозрение*: веб-сайт. URL: <https://topwar.ru/164570-roj-bespilotnikov-budushee-boevyh-dejstvij.html>.
6. Створити хаос в системі ППО противника : які можливості буде мати новий російський безпілотний комплекс. *Proexpress*: веб-сайт. URL: <https://proexpress.com.ua/uk/sozdat-haos-v-sisteme-pvo-protivnika-kakimi-vozmozhnostiami-bydet-obladat-novy-rossiiskii-bespilotnyi-kompleks>.
7. Рой беспилотников. Новая тактика боевых действий уникального оружия Китая. *TASS* : веб-сайт. URL: <http://tass.ru/armiya-i-opk/5786857>.
8. “Рой” дронов Пентагона. *Cezarium*: веб-сайт. URL: <http://cezarium.com/swarm-of-drones/>.

Лупандін Володимир Анатолійович – кандидат технічних наук старший науковий співробітник, заступник начальника науково-дослідного центру з наукової роботи Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна,

Мегельбей Ганна Василівна – кандидат технічних наук старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна,

Сотніков Олександр Михайлович – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна,

Танцюра Олександр Борисович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна,

Lupandin Volodimir Anatolijovich – PhD in Engineering, Senior Researcher, Chief of Scientific Research Department of Ivan Kozhedub Kharkiv, National Air Force University, Kharkiv, Ukraine,

Mehelbei Hanna Vasylivna – Philosophy Doctor in Engineering Senior Researcher, Leading Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Sotnikov Olexandr Myhajlovich – Doctor of Engineering Science Professor, Leading Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv, National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Tantsiura Olexandr Borisovich – Philosophy Doctor in Engineering, Senior Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

В.В. Старцев, О.В. Коломійцев, В.Ф. Третяк, Н.О. Олійник

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ОЦІНКИ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІДНОВЛЕННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Анотація

Запропоновано пропозиції щодо оцінки потенційних можливостей відновлення озброєння та військової техніки (ОВТ) Повітряних сил Збройних сил України. Розкрито особливості якісного та кількісного показників оцінювання стану ОВТ, які характеризують рівень пошкоджень ОВТ під час ведення бойових дій (військових операцій). Наведено приклади трудовитрат на усунення пошкоджень структурних елементів засобів ОВТ.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, пошкодження, відновлення, трудовитрати, ремонт.

Abstract

Suggestions are offered in relation to the estimation of potential possibilities of proceeding in an armament and military technique (AMT) of aircrafts of Military powers of Ukraine. The features of quality and quantitative indexes of evaluation of the state of AMT are exposed, that characterize the level of damages of AMT during the conduct of battle actions (soldieri operations). Examples of labour charges are made on the removal of damages of structural elements of facilities of AMT.

Keywords: armament and military technique, damage, renewal, labour charges, repair.

На даний час оцінка потенційних можливостей відновлення озброєння та військової техніки (ОВТ) проводиться з урахуванням прогнозованих втрат та нормативних трудовитрат на проведення відновлювальних робіт.

Метою роботи є розробка пропозицій щодо оцінки потенційних можливостей відновлення озброєння та військової техніки Повітряних сил Збройних сил України.

У якості основних показників, які характеризують рівень пошкоджень ОВТ під час ведення бойових дій (операцій), при оцінюванні стану ОВТ, використовуються якісний та кількісний показники.

Якісний показник визначає ступінь пошкоджень зразка ОВТ. Він приймає наступні значення:

- слабкі пошкодження;
- середні пошкодження;
- сильні пошкодження;
- ОВТ, що зазнало повне руйнування.

Кількісний показник визначає середні очікувані трудовитрати на відновлення зразка ОВТ. Трудовитрати на відновлювальний ремонт деяких типів (зразків) ОВТ, наприклад, зенітних ракетних комплексів (ЗРК) та радіоелектронної техніки (РЕТ) необхідно поділяти на трудовитрати на відновлення структурних елементів зразків ОВТ – антенні пристрої, високочастотну апаратуру, низькочастотну апаратуру, самохідне шасі (засоби рухомості) тощо.

На підставі сучасних досліджень середні трудовитрати (чол./год.) на усунення пошкоджень структурних елементів засобів ЗРК, наприклад, для слабких пошкоджень, можуть мати наступні значення:

- для антенних пристроїв – 600 чол./год.;
- високочастотної апаратури – 90 чол./год.;
- низькочастотної апаратури – 100 чол./год.;
- засобів рухомості – 60 чол./год.

Більш важкі ступені пошкоджень ОВТ мають значно більші чисельні значення, так, при сильних пошкодженнях антенних пристроїв ЗРК трудовитрати на усунення пошкоджень

можуть складати до 3900 чол./год.

Розрахована величина середніх очікуваних трудовитрат на відновлення зразка ОВТ порівнюється з граничними значеннями трудовитрат на відновлення зразка ОВТ для кожного значення ознаки ступеню пошкоджень та, на підставі результатів такого порівняння, приймається рішення про очікуваний рівень пошкоджень зразка ОВТ. Але дані величини середніх очікуваних трудовитрат на відновлення зразка ОВТ є орієнтовними та можуть бути скореговані за результатами відновлення ОВТ після бойових дій (операцій), натурних випробувань та навчань або тренувань.

Середні трудовитрати на відновлення структурного елемента зразка ОВТ ЗРВ та РЕТ можуть бути задані напряму за результатами проведення дефектації зразка ОВТ, що пошкоджений під час ведення бойових дій (операцій).

При оцінці трудовитрат необхідно враховувати до трьох основних видів ремонтно-відновлювальних робіт, які проводяться при відновленні ОВТ: механічні, радіомонтажні та настроювальні. Відносна кількість робіт кожної категорії становить приблизно 40%, 30% та 30% відповідно.

На практиці технологічний цикл відновлення ОВТ, що отримали бойові пошкодження, поділяється на операції: першої, другої та третьої черги. До списку операцій першої та другої черги включаються роботи щодо приведення виробу у працездатний стан з доведенням основних параметрів до встановлених норм. У ході інтенсивних бойових дій відновлювальні роботи третьої черги (відновлення захисних покриттів кузова, дрібний ремонт причепа, у якому змонтована апаратура тощо) можуть не виконуватися. При цьому, при скороченому циклі проводяться лише роботи першої та другої черги. Тривалість скороченого циклу може становити від 60% до 70% від повного.

Отже, трудомісткість ремонтних робіт за певний період часу визначається з урахуванням трудомісткості проведення ремонту окремо слабких, середніх, сильних ушкоджень та відповідно прогнозованої кількості зразків ОВТ даного типу, що отримали пошкодження за ступенями. При цьому, необхідно застосовувати коефіцієнт, який враховує скорочення циклу ремонту під час ведення бойових дій. Даний коефіцієнт можливо визначити експертним методом (зазвичай він дорівнює 0,6).

Продуктивність системи відновлення ОВТ необхідно проводити з урахуванням спеціалізації ремонтного персоналу, який задіяний у системі відновлення (спеціалістів-механіків, радіомеханіків, інженерів-настроювачів тощо).

Продуктивність системи ремонту можна представити у вигляді відношення наявної людино-ресурсів у системі відновлення до необхідної величини, що визначається з аналізу пошкоджень та кількості пошкодженої техніки (зразків ОВТ).

Однією із особливостей проведення ремонтно-відновлювальних робіт на пошкодженому ОВТ є певні труднощі, які можуть виникнути при ремонті складних технічних систем (ЗРК, РЕТ, техніки зв'язку тощо), що сконструйовані на елементах мікроелектроніки.

Аналіз складу комплектуючих елементів ОВТ, що виконані на мікроелектроніці, їх кількість та вартість окремого типового елемента заміни (ТЕЗ) обумовлює економічну доцільність їхнього ремонту. Однак, істотною перешкодою при організації ремонту ТЕЗів є обмеження у діагностиці несправних ТЕЗів.

Неавтоматизовані способи контролю, діагностування та ремонту різних типів ТЕЗів вимагають діагностування несправного ТЕЗу від 30 хв. до кількох годин. При цьому, принциповим недоліком багатьох діагностуючих тестів є неможливість діагностування відмов при значній кількості мікросхем, що відмовили у одному ТЕЗі.

Значні витрати часу на діагностування відмови та заміну мікроелементів, що відмовили, важливі труднощі у діагностуванні множинних відмов мікросхем на платі роблять фактично невиправданим відновлення ТЕЗів у польових умовах.

Отже, під час ведення бойових дій (операцій) буде виправданим метод відновлення, який передбачає заміну повністю блоків або шаф апаратури, або заміну окремих кабін (причепів) зі складу резерву ОВТ. Зазначена обставина накладає суттєві обмеження на можливості проведення відновлювального ремонту у воєнний час.

Таким чином, на підставі суттєвих змін у сучасних формах і методах збройної боротьби, а також вищевикладених особливостей проведення ремонтно-відновлювальних робіт на ОВТ

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

одним із головних завдань логістичного забезпечення військ є удосконалення науково-методичного апарату з питань оцінювання можливостей відновлення пошкодженої техніки у системі відновлення ОВТ Повітряних Сил Збройних сил України під час ведення бойових дій (операцій).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Старцев В.В., Коломійцев О.В., Третяк В.Ф., Бровко М.Б., Джигірей В.О. Підходи щодо підтримки рішення на виконання заходів з відновлення озброєння та військової техніки в системі логістичного забезпечення Повітряних сил Збройних сил України. // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки / ДНДІ ВС ОВТ. – Чернігів: Євенок О.О., 2022. – Вип. № 1(11). – С. 116-126.

2. Старцев В.В., Коломійцев О.В., Мусієнко О.П., Гурін О.М., Просяник В.В. Методики оцінювання ефективності відновлення озброєння та військової техніки Повітряних сил Збройних сил України. // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки / ДНДІ ВС ОВТ. – Чернігів: Євенок О.О., 2022. – Вип. № 2(12). – С. 134-144.

3. Старцев В.В., Коломійцев О.В., Третяк В.Ф., Міхальова Л.В., Борщ В.В., Олійник Р.М. Основні положення методики оцінювання можливостей відновлення озброєння та військової техніки Повітряних сил Збройних сил України, пошкоджених під час ведення бойових дій. // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки / ДНДІ ВС ОВТ. – Чернігів: Євенок О.О., 2022. – Вип. № 3(13). – С. 110-120.

Старцев Володимир Вікторович — науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків.

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків.

Третяк Вячеслав Федорович — канд. техн. наук, доцент, науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків.

Олійник Наталія Олександрівна — науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів.

Startsev Volodymyr V. — research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv.

Kolomiitsev Oleksii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv.

Tretiak Viacheslav F. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv.

Oliinyk Nataliia O. — researcher associate of Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv.

О.В. Коломійцев, В.О. Комаров, В.В. Пустоваров, Р.М. Олійник

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАЛИШКОВОЇ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

Анотація

Запропоновано універсальний автоматизований інформаційно-вимірювальний комплекс для вирішення питань щодо пошуку пошкоджень літального апарата (ЛА) та визначення залишкової міцності конструкції його планера. Комплекс дозволяє оперативно та з мінімальною трудомісткістю отримати достовірну інформацію про технічний стан пошкодженої конструкції планера ЛА – про її залишкову міцність.

Ключові слова: літальний апарат, планер, пошкодження, конструкція, залишкова міцність.

Abstract

The universal is offered an informatively-measuring complex is automated for the decision of questions in relation to the search of damages of aircraft and determination of remaining durability of construction of his glider. A complex allows operatively and with minimum labour intensiveness to get reliable information about the technical state of the damaged construction of glider of aircraft – about her remaining durability.

Keywords: aircraft, glider, damage, construction, remaining durability.

На даний час до особливостей літальних апаратів (ЛА) можливо віднести підвищені вимоги до їх надійності та безпеки експлуатації. Тому, при проведенні дослідно-конструкторських і науково-дослідних робіт нормативними документами передбачається здійснювати контроль міцнісних характеристик матеріалів, агрегатів і натурних конструкцій (конструкцій ЛА), що пов'язано із проведенням великого обсягу відповідних стендових статичних і втомлевих випробувань. Однак, такі випробування вимагають тривалих строків досліджень та великих фінансових вкладень. Для забезпечення необхідної міцності конструкцій ЛА приділяється комплекс розрахункових досліджень.

Метою роботи є розробка універсального автоматизованого інформаційно-вимірювального комплексу для визначення залишкової міцності конструкції планера літального апарата.

Умови експлуатації конструкцій ЛА відрізняються від умов експлуатації конструкцій інших виробів машинобудування рядом особливостей. До основних особливостей експлуатації конструкцій ЛА можливо віднести наступні: силові елементи авіаційних конструкцій (такі як крило, стабілізатор, киль) працюють в умовах високої навантаженості, що призводить до прискореного розвитку ушкоджень. Використання у літакобудуванні високоміцних матеріалів призводить до відносного погіршення характеристик витривалості, а наявність у конструкціях ЛА великої кількості різних концентраторів напруг сприяє утворенню та розвитку утомлених ушкоджень.

У зв'язку з цим методи розрахунків довговічності та сертифікації ЛА мають певну специфіку. Для конструкцій ЛА зміну міцності у процесі експлуатації можна характеризувати величиною залишкової міцності, що дорівнює статичній міцності конструкції ЛА у момент часу після дії змінних навантажень протягом попереднього часу експлуатації.

У процесі робочого проектування ЛА особлива увага приділяється ретельному конструюванню силових елементів конструкції. При проектуванні силових елементів, розташованих у важкодоступних для огляду місцях (наприклад, силові елементи конструкції крила ЛА, що знаходяться під обшивкою), незначні дефекти, що виникають у процесі виробництва або експлуатації, не повинні досягати критичних розмірів протягом усього терміну служби, або у період між капітальними ремонтами, коли при оглядах можна забезпечити надійний контроль цілісності конструкції різними методами неруйнівного контролю (включаючи частотний метод зі збудженням вигинних і крутильних коливань із власною (авторезонансною) частотою для консольно закріплених конструкцій ЛА). Силові

елементи конструкції, що більш доступні для контролю під час регламентних робіт, проектується за умовами забезпечення безпечного росту тріщин у період між регламентними операціями контролю.

Підтвердження ресурсу ЛА здійснюється за допомогою втомленісних випробувань його натурної конструкції та агрегатів. Основне призначення цих випробувань пов'язане із сертифікацією ЛА, що припускає встановлення відповідності конструкції вимогам Норм літної придатності ЛА.

При проведенні ресурсних випробувань проводяться періодичні огляди контролю цілісності конструкції. Після припинення випробувань проводиться розбирання конструкції та дефектація конструктивно-силової схеми, яка спрямована на виявлення руйнувань і оцінку небезпеки цих руйнувань та живучості відповідних силових елементів ЛА.

За результатами ресурсних випробувань та з урахуванням інформації, яка отримана у процесі проведення чисельних досліджень конструкції ЛА, установлюється його початковий ресурс (або його конструктивного елемента). Продовження ресурсу здійснюється поетапно за результатами аналізу фактичних умов експлуатації, додаткових даних про навантаженість, а також результатів додаткових випробувань на утому і живучість (за допомогою методів неруйнівного контролю (МНК)).

Відомі принципи забезпечення безпечної експлуатації ЛА, які передбачають періодичний контроль стану основних силових елементів конструкції планера, що здійснюється під час виконання регламентних робіт з технічного обслуговування ЛА. Контрольні операції (огляди, контроль із використанням МНК) повинні забезпечувати виявлення експлуатаційних дефектів (утомлених тріщин, корозії і механічних ушкоджень) на досить ранній стадії їхнього розвитку для того, щоб виключити можливість аварійної (катастрофічної) ситуації через розвиток дефектів.

Для забезпечення безпеки експлуатації конструкцій ЛА, що володіють властивостями експлуатаційної живучості, розглядається необхідність розвитку нормативних вимог, що спрямовані на підвищення опору утому і живучості конструкцій ЛА шляхом використання принципів безпечного ресурсу, безпечного руйнування і допустимості руйнувань (при яких ЛА може виконувати політ зі зміненими (зменшеними) на величину зниження залишкової міцності від еталонної).

Розробка нових технологій стендових випробувань ЛА (та відповідного обладнання для цих цілей) передбачає зниження строків та вартості на їх проведення, удосконалення технології моделювання і відтворення умов експлуатації в лабораторних умовах, а також використання сучасних розрахункових методів для «доведення» конструкції до логічного закінчення.

Процес проведення сучасних ресурсних випробувань натурних конструкцій ЛА досить трудомісткий та дорогий. При невдалому плануванні порядку випробувань і контролю за конструкцією ЛА з'являється велика ймовірність одержання катастрофічних руйнувань конструкції, що можуть звести до мінімуму результати випробувань. Крім того, необхідно експериментально визначати швидкості розвитку ушкоджень у процесі навантаження конструкції від початку їх появи до величин, які близькі до критичних. Тому, метою ресурсних випробувань конструкцій ЛА є виявлення втомленісних ушкоджень як можна менших розмірів на ранніх стадіях їх розвитку при мінімальних витратах коштів і часу. У свою чергу, збільшення строків проведення випробувань визначає час на затримку введення в експлуатацію ЛА, своєчасне виконання його ремонтів і доробок конструкцій, що істотно збільшує експлуатаційні та виробничі витрати. Крім того, у процесі підготовки і проведення випробувань ЛА виникає ряд технічних і методичних питань, які вимагають попередньої оцінки навантаженості конструкцій ЛА у процесі випробувань для оцінки залишкової міцності при наявності ушкоджень силових конструкцій.

Для вирішення питань щодо пошуку пошкоджень та визначення залишкової міцності конструкції планера ЛА за наявності пошкоджень запропоновано універсальний автоматизований інформаційно-вимірвальний комплекс (АІВК). Комплекс дозволить оперативної та з мінімальною трудомісткістю отримати достовірну інформацію про технічний стан пошкодженої конструкції планера ЛА – про її залишкову міцність. За допомогою універсального АІВК можливо вирішити наступні питання:

– виконання локального ремонту конструкції ЛА (відновлення аеродинаміки);

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

– надання дозволу на випуск ЛА у політ (переліт на авіаремонтне підприємство) з відповідними рекомендаціями льотчику, що стосуються зниження швидкості польоту та допустимих навантажень ЛА на величину, яка відповідає зниженню міцності конструкції щодо максимальної, щоб не перевищити навантаження на пошкоджене крило.

Таким чином, визначити рівень залишкової міцності конструкції планера ЛА можливо за допомогою розробленого універсального АІВК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Обґрунтування можливості використання гіроскопів для збудження коливань крила літального апарату з власною частотою. Innovations and prospects of world science : conference paper of Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. Vancouver, 2022. P. 56-65.

2. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Економічний ефект і порівняння виявлення тріщин у силових елементах крила літака методами неруйнівного контролю. International scientific innovations in human life : conference paper of Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Manchester, 2022. P. 201-210.

3. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту літальних апаратів на основі сучасних методів діагностування. Science, Innovations and Education, problems and prospects : conference paper of Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. Tokyo, 2022. P. 21-27.

4. Коломійцев О.В., Комаров В.О. Діагностика крила літального апарату із використанням модального аналізу. Eurasian Scientific Discussions : conference paper of Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. Barcelona, 2022. P. 192-198.

5. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Гордієнко А.М., Кулешов О.В., Клівець С.І., Шулежко А.В., Олійник Р.М., Живець Ю.М., Шумигай О.В. Автоматизований інформаційно-вимірний комплекс для проведення оперативного контролю технічного стану консольно закріплених конструкцій планера літального апарату. Міжнародний науковий журнал “Грааль науки”. 2022. № 14(15). С. 190-200.

Комаров Володимир Олександрович — канд. техн. наук, Заслужений винахідник України, начальник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, e-mail: Komarov.cndi@gmail.com

Пустоваров Володимир Володимирович — канд. техн. наук, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів, e-mail: pustovarov78volodymyr@gmail.com

Олійник Руслан Михайлович — начальник науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів, e-mail: o.ruslan77@gmail.com

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, e-mail: alexus_k@ukr.net

Komarov Volodymyr O. — Cand. Sc. (Eng.), Honored Inventor of Ukraine, Head of Scientific Research Department, Central Research Institute of Armament and Military Technique of Military Powers of Ukraine, Kyiv, e-mail: Komarov.cndi@gmail.com

Pustovarov Volodymyr V. — Cand. Sc. (Eng.), Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, e-mail: pustovarov78volodymyr@gmail.com

Oliinyk Ruslan M. — Chief of Section of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, e-mail: o.ruslan77@gmail.com

Kolomitsev Oleksii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, e-mail: alexus_k@ukr.net

В.О. Толочкнєєв

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛІМАТОРНИХ ПРИЦІЛІВ ДЛЯ СТРІЛЬБИ НА РІЗНІ ВІДСТАНІ

Анотація.

Сучасні умови функціонування Національної гвардії України обумовлюють необхідність удосконалення навичок вмілого поводження з вогнепальною зброєю. Той, хто хоч раз цілився по мішені зі стрілецької зброї, на власному досвіді переконався в тому, що прицілитися буває не так-то просто, особливо, якщо стрілецька практика не так вже велика. Під час прицілювання стрілець має навести зброю в ціль, закрити одне око, спрямувати свій зір через середину прорізу прицілу та вершину мушки у потрібну точку прицілювання. Внаслідок цього стрілець витрачає зайвий час на здійснення прицільного пострілу. Одним із можливих шляхів рішення цієї задачі є оснащення стрілецької зброї коліматорними прицілами. Запропоновані авторські рекомендації з приведення зброї з коліматорним прицілом до нормального бою, що вирішують проблеми розрахунку перевищення траєкторії польоту кулі без внесення відповідних поправок на кут цілі.

Ключові слова: коліматорний приціл, перевірка бою, ефективність стрільби, зброя, стрілець, прицільний вогонь, пристрілочна мішень.

Abstract.

Modern operating conditions of the National Guard of Ukraine necessitate the improvement of skillful handling of firearms. Anyone who has at least once aimed at a target with a small-arms weapon is convinced by his own experience that it is not so easy to aim, especially if shooting practice is not so extensive. When aiming, the shooter should point the weapon at the target, close one eye, direct his sight through the middle of the sight slot and the top of the front sight to the desired aiming point. As a result, the shooter spends extra time to make an aimed shot. One of the possible ways to solve this problem is to equip small arms with collimator sights. The author's recommendations for bringing a weapon with a collimator sight to normal combat are proposed, which solve the problems of calculating the excess of the bullet's trajectory without making appropriate corrections to the target angle.

Keywords: collimator sight, combat check, firing efficiency, weapons, shooter, aiming fire, sighting target.

На озброєння Національної гвардії України прийняті коліматорні приціли Мерго-21, які штатно встановлюються на стрілецьку зброю. Коліматорний приціл Мерго-21 може бути встановлений на планки Вівера або Пікатінні. При цьому зброя приведена до нормального бою, згідно керівництва з експлуатації на коліматорні приціли не враховує виду зброї на якій вони будуть використовуватись. Згідно керівництва з експлуатації зброя з коліматорним прицілом приводиться до нормального бою на відстані 25 метрів. Але на відстані 50,100,150 метрів буде мати перевищення середньої точки влучення, що буде виходити за прицільну марку прицілу. При всіх перевагах коліматорного прицілу потрібно зрозуміти на яких дистанціях і куди потрібно цілитися на кожній з можливих дистанцій. Не розуміючи цього комплекс стрілок-зброя з коліматорним прицілом буде менш ефективним, ніж стрілок зі звичайним автоматом.

Приціл практично не потребує заміни елементів живлення і не вимагає обслуговування. Характеристики прицілу, які нам потрібні при стрільбі – прицільна марка, яка в даному прицілі рівна 5,5 кутових хвилини. Кутова хвилина прирівнюється на відстані 100 метрів = 2,908 см. З перерахунку на 100 метрів прицільна марка прицілу Мерго-21 буде перекривати 15,99 см. На відстані 25 метрів, що рекомендована для приведення зброї з коліматорним прицілом, до нормального бою 1 клік буде дорівнювати 0,42 кутових хвилини або 1,27 сантиметри. Вивірка прицілу без стрільби проводиться за допомогою прицільного станка.

Стрільба по перевірочній мішені проводиться на відстані 25 метрів, при якій досягається влучення, що перекриваються діаметром прицільної марки коліimatorного прицілу. Зброя вважається приведеною до нормального бою, якщо середня точка влучення знаходиться в центрі прицільної марки. Після приведення зброї до нормального бою на відстані 25 метрів, потрібно враховувати балістику боеприпасів, які застосовуються та характеристики зброї. Кожен тип зброї та боеприпасів має свої балістичні характеристики. Різниця між боеприпасами та типами зброї на якій будуть застосовуватись приціли можуть мати істотну різницю. При стрільбі на різні відстані зі зброї з механічним або оптичним прицілом вводяться поправки на дальність до цілі, то при стрільбі з коліimatorним прицілом потрібно змінювати точку прицілювання в залежності від балістики боеприпасів. При такому способі приведення зброї до нормального бою на відстані 100 метрів куля піднімається над точкою прицілювання на 18 см та група влучень знаходиться в верхній частині прицільної марки. Це відповідає таблиці перевищення траєкторії над лінією прицілювання для патрону 7,62 x 39 зі звичайною кулею. При стрільбі на відстань 150 метрів куля піднімається над точкою прицілювання приблизно на 30 сантиметрів. При такому способі наведення зброї в ціль та веденні стрільби група влучень буде виходити за межі прицільної марки. Тому стрільцю потрібно враховувати балістику боеприпасів та змінювати точку прицілювання в залежності від дальності цілі. Середня точка влучення буде знаходитись вище прицільної марки та виходити за її межі. Після проведення практичних стрільб та виконання вправ стрільб на різні відстані ми пропонуємо мішень для приведення зброї з коліimatorним прицілом до нормального бою застосовувати на білому фоні діаметром 5 сантиметрів. Це обґрунтовано тим, що на цій відстані прицільна марка співпадає з колом діаметром 5 сантиметрів та стрільцю потрібно лише сумістити прицільну марку з колом, як показано.

Виходячи з основних характеристик перевищення траєкторії польоту кулі, пропонується приводити зброю до нормального бою з заниженням середньої точки влучення на 25 метрів на 8 сантиметрів від середини кола. Таким чином середня точка влучення буде виходити за межі прицільної марки лише на відстані до відстані 30 метрів. На цій відстані прицільна марка складає лише 8,5 сантиметрів та зброя приведена до нормального бою таким чином буде гарантовано вражати ціль на відстані до 300 метрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Биленко А.И. Оценка эффективности стрелкового оружия. Системы озброєння і військова техніка: наук. журн. Харків: ХУПС, 2005. № 3/4. С. 74–77.
2. Афанасьев В.В. Дослідження ефективності застосування коліimatorних прицілів до стрілецької зброї. Збірник наукових праць Національної академії національної гвардії України. 2018. Випуск 2(32). С. 23–48.

Толокнєєв Володимир Олександрович – викладач кафедри вогневої підготовки факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, Харків, yalovegin.denis@gmail.com

Tolokneev Volodymyr Oleksandrovych – teacher of the Department of Fire Training, Faculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, yalovegin.denis@gmail.com

В.П. Сахно, О.В. Диких

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БТР-70П

Анотація. Проведеними експериментальними дослідженнями показано, що максимальна розбіжність у визначенні показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності у всіх випадках, окрім подолання максимального підйому, не перевищує 9,4%. Розбіжність у визначенні кута підйому (13,8%) пояснюється неможливістю знайти випробувальний майданчик з такими кутами підйому. Тому можна вважати доведеним адекватність математичних моделей, що використовувалися для розрахунків показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР, а відповідно і рекомендації щодо вибору типу силової установки і передаточних відношень трансмісії.

Ключові слова: БТР, тягово-швидкісні властивості, паливна економічність, експериментальні дослідження.

Abstract. The conducted experimental studies show that the maximum discrepancy in determining the indicators of traction-speed properties and fuel economy in all cases, except for overcoming the maximum climb, does not exceed 9,4%. The difference in the determination of the elevation angle (13,8%) is explained by the impossibility of finding a test site with such elevation angles. Therefore, the adequacy of the mathematical model used to calculate the indicators of traction-speed fluctuation and fuel economy of armored personnel carriers, and, accordingly, the recommendation regarding the choice of the type of power plant and gear ratios of the transmission can be considered proven.

Keywords: BTR, traction-speed properties, fuel efficiency, experimental research.

Виготовлення та модернізація спеціальної колісної техніки (СКТ) повинні проводитися з додержанням затверджених вимог, зокрема, до наступних показників [1]:

- максимальна швидкість руху по шосе – не менше 85-100 км/год;
- мінімальна стійка швидкість – 2-3 км/год;
- максимальний динамічний фактор на нижчій передачі у КПП та РК – 0,7-0,9, а на прямій передачі – 0,06-0,15;
- вага буксируемого причепа до 70 % від повної маси автомобіля;
- середня швидкість руху по дорогам з твердим покриттям – 40-50 км/г, по ґрунтовим – 30-40 км/год;
- середня швидкість руху по дорогам, які розмоклі та засніжені або колонним шляхам – 15-20 км/год;
- впевнено подолання труднопрохідних ділянок місцевості;
- подолання крутих підйомів до 350, зтяжних спусків, косогорів до 250, порогових перешкод висотою 0,8-1,0 та ровів шириною 1,0-1,3 радіуса колеса.

Перелічені вимоги повинні виконуватися як при модернізації спеціальної колісної техніки, так і при її переобладнанні. Модернізація включає заміну двигун-трансмісія існуючої моделі на більш сучасну і прогресивну. Переобладнання стосується лише заміни двигунів або трансмісії.

Система «двигун-трансмісія» визначає ступінь пристосованості автомобіля до найбільш ефективного його використання, тобто ступінь реалізації його потенційних властивостей у конкретних умовах експлуатації. Останнім часом ця проблема все частіше розглядається під кутом зору тягово-швидкісних властивостей, паливної економічності і екологічної безпеки.

У ДП «ХКБМ» було виконано модернізацію виробів БТР-70 та БТР-80 з метою покращення їх тягово-швидкісних та експлуатаційних характеристик, які отримали в подальшому індекси позначення БТР-70М та БТР-3Е1, а також розроблено нові вироби БТР-3 та БТР-4Е. На виробі БТР-3Е1 замінили дизельний двигун ЯМЗ-238М2 потужністю 240 л. на дизельний двигун німецької фірми DEUTZ BF6M1015FC потужністю 326 л. і замінили механічну

п'ятиступінчасту коробку передач на автоматичну гідромеханічну шестиступінчасту коробку передач американської фірми Allison MD 3066. двоступінчастою роздавальною коробкою [2]. У зв'язку з цим дуже актуальним є питання про вибір ефективної моторно-трансмійної установки, що встановлюється в бронетранспортер і відповідає всім вимогам замовника. Окрім механічних та гідромеханічних передач при модернізації СКМ використовують і інші моторно-трансмійні установки, такі як гібридна електромеханічна трансмісія і гідромеханічна трансмісія з мікропроцесорною системою автоматичного управління, електро-механічну трансмісію і чисто електричну трансмісію [2], кожна з яких має свої переваги і недоліки, які потрібно враховувати при модернізації СКТ.

Аналітичні дослідження тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автомобіля БТР-70 при його модернізації шляхом заміни штатних бензинових двигунів на дизелі і штатної трансмісії на пропоновану в роботах [1,2] проведені при деяких допущеннях, зокрема, про коефіцієнт корисної дії трансмісії, про апроксимацію швидкісної зовнішньої характеристики двигуна параболою третього (для потужності) і другого (для крутного моменту) ступеня, про величину коефіцієнта опору кочення тощо. Тому метою експериментальних досліджень явилася перевірка адекватності математичних моделей і вихідних положень, покладених в основу розрахунку параметрів тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності модернізованого автомобіля БТР-70.

При проведенні експериментальних досліджень БТР-70 визначалися основні оціночні показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності.

Програма експериментальних досліджень включала визначення масових і компоновальних параметрів БТР, показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автомобіля.

Об'єктом експериментальних досліджень є модернізований БТР-70 до зразка БТР-70Т, виготовлений та укомплектований Товариством з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича компанія «Техімпекс (далі – ТОВ «НВК «Техімпекс»)), відповідно до комплексу робочої конструкторської документації (далі - РКД). Комплектність зразка відповідає технічній документації на зразок, умовам експлуатації.

Експериментальний зразок був оснащений необхідною контрольно-вимірювальною апаратурою.

Масові і компоновальні параметри дослідного зразка визначалися безпосереднім вимірюванням і відхилень від конструкторської документації не виявлено.

У якості оціночних показників тягово-швидкісних властивостей прийняті максимальна, мінімальна стійка і середня швидкість руху у різних дорожніх умовах, час розгону до максимальної швидкості руху і максимальний підйом, що долається.

Визначення показників економічності проводилося при русі зразка сухою ґрунтовою дорогою не менше 100 км; при русі зразка по бездоріжжю довжиною не менше 100 км; при русі зразка зі швидкістю 70 км/год по дорогам з асфальтним покриттям.

Для підтвердження адекватності математичних моделей, що використовувалися для розрахунку показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР-70 при його модернізації були проведені такі розрахунки за вихідними даними, отриманими при випробуваннях дослідного зразка.

Так, показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності визначалися за методиками, наведеними в роботах [3,4].

Результати як розрахунків, так і випробувань наведені в таблиці.

Таблиця – Порівняльний аналіз результатів аналітичних і експериментальних досліджень

Найменування характеристик	Результати розрахунків	Результати вимірювань	Розбіжність, %
Повна маса, кг	11990	11990	-
Фактор обтічності, Нс ² /м ²	3,64	-	-
ККД трансмісії	0,701	-	-
Максимальна потужність, кВт при частоті хв ⁻¹	2×(115/2400_	-	-
Максимальний крутний момент, Нм	2×(526/1500)	-	-

Найменування характеристик	Результати розрахунків	Результати вимірювань	Розбіжність, %
при частоті хв^{-1}			
Максимальна швидкість руху, км/год	75,9	75,3	0,8
Мінімальна стала швидкість, км/год	3,6	3,4	5,6
Середня швидкість при русі по шосе /грунтовій дорозі/ бездоріжжю	48,3/39,2/27,6	45/37/25	6,8/5,6/9,4
Час розгону з місця до швидкості 75 км/год, с.	39,6	42	5,7
Витрата палива, л, на 100 км при русі по дорогах з твердим покриттям / ґрунтовим дорогам / бездоріжжю	29,6/37,2/68,2	32/40/75	7,5/7,0/9,1
Максимальний кут підйому, град	34,8	30	13,8

Аналіз результатів розрахунків і випробувань БТР-70 показав наступне:

максимальна розбіжність у визначенні показників тягово-швидкісних складає 9,4% при русі по бездоріжжю, 13,8% - при подоланні максимального підйому і 7,5% - у всіх інших випадках. Розбіжність у визначенні швидкості руху по бездоріжжю пояснюється тим, що визначити точно опір руху у цьому вибілку не представляється можливим. Розбіжність у визначенні кута підйому пояснюється неможливістю знайти випробувальний майданчик з такими кутами підйому;

максимальна розбіжність у визначенні показників паливної економічності не перевищує 9,1% при русі по бездоріжжю і 7,5% - у всіх інших випробуваннях.

Висновки. Результати експериментальних досліджень свідчать про адекватність математичних моделей, що використовувалися для розрахунків показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР, а відповідно і рекомендацій щодо вибору типу силової установки і передаточних відношень трансмісії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сахно В.П. До вибору типу двигуна при модернізації БТР-70/В.П.Сахно, Д.М.Яценко, О.В.Диких, В.В.Стельмащук, В.П.Онищук//Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцький НТУ, 2020. - №2(15). – С.134-146.

2. Сахно В.П. До питання створення причіпного автобусного поїзда /В.П.Сахно, О.В.Диких// НТЗ НТУ «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». – Київ, вип. 111/112 – 2022. – С. 67–63.

Сахно Володимир Прохорович – доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, svp_40@ukr.net

Диких Олександр Вікторович – аспірант кафедри автомобілів, національний транспортний університет alexsandr@dik@ukr.net

Volodymyr Sakhno – Doctorin Technical Science, Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, svp_40@ukr.net

Oleksandr Dykyh – Postgraduate Student of Automobiles Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine, alexsandr@dik@ukr.net

В.О. Єлістратов

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БРОНЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ

***Анотація.** Велика кількість розроблених в Україні броньовиків, що виготовляються на різній агрегатній базі, яка часто належить заводам-виробникам інших країн, значно ускладнює вибір цієї техніки для вітчизняних Збройних Сил. Різноманітність їх конструкцій призводить до погіршення показників уніфікації та взаємозамінності, що може призвести до перепон у виконанні технічного обслуговування та ремонту даної техніки в умовах експлуатації в Збройних Силах України. Для вирішення проблеми було проведено аналіз економічної ефективності експлуатації броньованих автомобілів, які виготовляються заводами-виробниками України. Встановлено, що використання автомобілів Кременчуцького автомобільного заводу за питомими показниками виявляється більш вигідним за економічними критеріями.*

Ключові слова: бронеавтомобіль, конструкція, експлуатація, ефективність, аналіз.

***Abstract.** A large number of armored vehicles developed in Ukraine, which are manufactured on a different assembly base, which often belongs to manufacturing plants of other countries, makes the choice of this equipment much more difficult for the domestic Armed Forces. The diversity of their designs leads to the deterioration of the indicators of unification and interchangeability, which can lead to obstacles in the performance of maintenance and repair of this equipment in the conditions of operation in the Armed Forces of Ukraine. To solve the problem, an analysis of the economic efficiency of the operation of armored vehicles, which are manufactured by Ukrainian factories, was carried out. It was established that the use of cars of the Kremenchug Automobile Plant according to specific indicators turns out to be more profitable according to economic criteria.*

Key words: armored car, design, operation, efficiency, analysis.

Після закінчення операції в Іраку армія США, яка як основний транспортний засіб використовувала автомобілі HMMWV (скорочення від англ. High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle – високомобільний багатоцільовий колісний транспортний засіб), почала нести великі втрати своїх машини через численні підривання на мінах під час виконання патрулювальних завдань. Ефективність таких підривів виявилася досить значною. На їх долю прийшлося до половини всіх втрат автомобільної техніки, супроводжуваних додатковими втратами особового складу, пов'язаними з ампутацією кінцівок і важкими травмами екіпажу та солдатів, що перевозилися. Досвід участі Збройних Сил України в бойових діях також показав, що для виконання задач, поставлених перед їх підрозділами, необхідне використання броньованої техніки для транспортування особового складу та вантажів [1].

Вирішенням означеної проблеми стала поява концепції спеціалізованого броньованого транспортного засобу категорії MPV (скорочення від англ. Mine Protected Vehicle – захищений від мін транспорт), який є багатоцільовим бойовим транспортним засобом, призначеним для вирішення широкого спектру завдань. Він зможе здійснювати розвідку в ближніх тилах противника, супроводжувати та охороняти колони, вести патрулювання заданих районів, перевозити і підтримувати вогнем піхотні підрозділи. Можливе використання подібної техніки поліцейськими підрозділами або внутрішніми військами. Відповідно до вказаної концепції був створений стандарт MRAP (скорочення від англ. Mine Resistant Ambush Protected – захист від підривів і засад). Належність військового колісного транспортного засобу до стандарту MRAP передбачає наявність у нього підвищених характеристик із захисту від ураження вогнем стрілецької зброї та від підриву на мінно-вибухових пристроях.

Попри всі переваги цього виду транспорту він має суттєві недоліки, які пов'язані з організацією його експлуатації, технічного обслуговування, ремонту та транспортування. Конструкція та габарити бронеавтомобілів повинні дозволяти здійснювати їх перевезення повітряними суднами, залізничними або автомобільними вантажними платформами. Ця проблема є особливо актуальною для регіонів із слаборозвинутою транспортною інфраструктурою, де в зв'язку з обмеженнями за габаритами не кожний автомобільний тягач, що перевозить транспорт класу MRAP, зможе проїхати під мостовою будовою або «вписатися» в поворот проїжджої частини дороги. При експлуатації броньованих автомобілів, знов таки через їх завелику висоту, були випадки ураження електричним струмом. Це

стосувалося сільської місцевості, де висота місцевих ліній електропередач була такою, що при проїзді транспорту утворювалася електрична дуга.

Крім того експлуатація такого транспорту має свою специфіку в керуванні, до якої водіям треба деякий час звикати. А у стройових частинах багато молодих військовослужбовців, які не мають досвіду експлуатації не тільки транспортних засобів класу MRAP, а й звичайних вантажних автомобілів.

Те ж саме стосується й технічного обслуговування та ремонту. Після прибуття на місце застосування техніка MRAP обслуговувалася військовими механіками, що майже не мали практичного досвіду роботи з подібною технікою, а номенклатура запчастин була представлена не в повному обсязі. При цьому пункти обслуговування не можуть бути розгорнуті в кожному селищі або невеликому містечку. На цьому фоні варто врахувати й складнощі, що виникають при технічному обслуговуванні броньованого автомобіля – для заміни будь якої деталі знадобиться знімати броньований кожух або взагалі піднімати багатотонні конструкції. Звідси витікає ще одна вимога до конструкції та експлуатації автомобілів класу MRAP – їх ремонтпридатність повинна забезпечуватися велико-вузловою заміною агрегатів та механізмів у польових умовах, як членами екіпажу, так і штатними військовими ремонтними підрозділами.

Останніми роками в Україні розроблено декілька сімейств броньованих автомобілів таких як «Козак», «Барс», «Варта», КрАЗ. Порівняння броньовиків українського виробництва одне з одним показало [2], що за результатами відомчих випробувань в реальних умовах експлуатації підтверджена ефективність експлуатації спеціалізованих броньованих автомобілів виробництва Кременчуцького автомобільного заводу.

Велика кількість розроблених броньованих автомобілів, які пропонують виробники, різноманітність їх конструкцій та різна пристосованість до умов реальної експлуатації значно ускладнюють процес вибору техніки для збройних підрозділів військових сил країни. Тому для вибору того чи іншого автомобіля для армії можливо додатково застосовувати критерії ефективності експлуатації [3,4].

Одним із таких критеріїв є економічна ефективність експлуатації автомобіля, наприклад, затрати на витратні матеріали та запасні частини, що застосовуються під час експлуатації та обслуговування автомобілів. Найбільшу частину експлуатаційних витрат складають витрати на паливо. Однак при застосуванні цього критерію ні в якому разі не можна забувати про технічні параметри оцінки ефективності експлуатації, такі, як захист бійців від обстрілу із ручної зброї та підриву на вибухових пристроях, а також показники поза шляхової прохідності та динамічності автомобілів.

Використання броньовиків в основному відбувається за умов бездоріжжя або на дорогах з невисокою якістю дорожнього покриття. Експлуатація автомобілів за таких умов характеризується низькими швидкостями руху, високим навантаженням на трансмісію та двигун. Експлуатаційна витрата палива на таких режимах значно збільшується. Аналіз даних за витратами палива броньованих автомобілів на 100 км пробігу, заявлені фірмами-виробниками та отримані під час випробувань [2], наведені на рисунку 1. Можна відзначити, що найбільше значення цього показника мають автомобілі КрАЗ «Фіона» та «Шрек», що зумовлено тривісною компоновкою першої броньованої машини та найбільшою кількістю військових, що перевозяться обома цими автомобілями. Все це викликало збільшення габаритів, а отже й їх спорядженої маси броньовиків. Найменші витрати палива спостерігаються у автомобіля КрАЗ «Халк», що зумовлено особливостями його конструкції.

Однак більш інформаційною для споживача є характеристика витрати палива на одиницю виконаної автомобілем транспортної роботи, тобто питомі витрати палива на одну перевезену людину або тону перевезеного вантажу, які наведені на тому ж рисунку. Як видно з наведених даних автомобіль КрАЗ «Халк» є лідером за питомими витратами палива на одну перевезену людину та тону перевезеного вантажу. Для порівняльної оцінки показників паливної економічності та тягово-динамічних характеристик броньованих автомобілів також використаний коефіцієнт ефективності експлуатації за швидкісним критерієм K [5] (рис. 1), що визначається як відношення технічної швидкості V руху транспортного засобу на його витрату Q палива на 100 км пройденого шляху. При визначенні коефіцієнта ефективності експлуатації можна також враховувати [5] споряджену масу автомобілів, тобто $K = V/(2Q + 0,025m)$, де m – споряджена маса автомобіля, т.

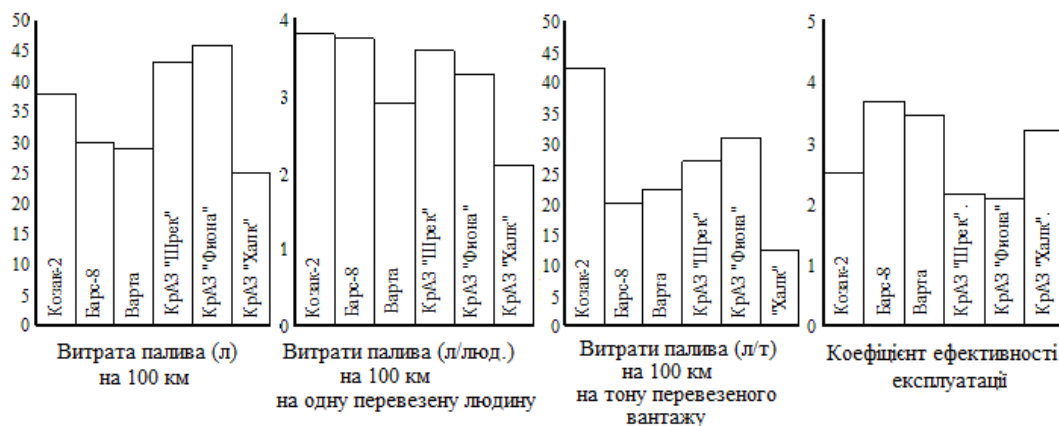


Рисунок 1 – Показники ефективності експлуатації броньованих автомобілів

Найнижчий коефіцієнт ефективності експлуатації виявився у броньованого автомобіля КрАЗ «Фіона», котрий має найвищу споряджену масу серед броньовиків, що аналізуються. Причиною цього, як уже вказувалося раніше, є тривісна компоновка броньованої машини та збільшення її габаритів для підвищення кількості військових, що можуть нею перевозитися. Броньовик КрАЗ «Халк» за коефіцієнтом ефективності експлуатації значно випереджає своїх співбратів за виробником КрАЗ «Шрек» і КрАЗ «Фіона» та має приблизно середнє значення цього показника серед усіх броньованих автомобілів, що розглядаються.

Оцінка ефективності експлуатації броньованих автомобілів, у тому числі за питомими витратами палива на одну перевезену людину та тону перевезеного вантажу, може надати можливість споживачеві броньованої техніки, котрим є Збройні Сили України, зробити обґрунтований вибір на користь покупки того чи іншого автомобіля з великої їх кількості, що пропонується численними фірмами-виробниками такої продукції. Експлуатація автомобілів Кременчуцького автомобільного заводу, особливо КрАЗ «Халк», з урахуванням їх більшої вантажності та кількості особового складу військових підрозділів, що ними можуть перевозитися, за питомими показниками на одну перевезену людину або тону перевезеного вантажу виявляється більш вигідною з економічної точки зору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інформаційний бюлетень з протиміної діяльності у ході проведення АТО у Донецькій та Луганській областях. Київ : ГУОЗ, 2014. 16 с.
2. Дунь С.В., Єлістратов В.О. Результати випробувань броньованих автомобілів українського виробництва. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2020. № 4(123). С. 91–99. DOI: 10.30929/1995-0519.2020.4.91-99.
3. Купріненко О.М. Методика оцінки військово-економічної ефективності перспективних типів бойових броньованих машин. *Системи озброєння і військова техніка*. 2014. №4(40). С. 44–49.
4. Кривошапов С.И. Особенности нормирования расхода топлива в сложных дорожных условиях эксплуатации машин. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2015. № 10 (1119). С. 115–121.
5. Астафьева О.М., Брославец П.А., Будалин С.В. и др. Методы оценки технико-экономической эффективности грузовых автомобилей. *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2.

Єлістратов Вячеслав Олександрович – к.т.н., доц., доц. каф. автомобілів і тракторів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, yelisslava@gmail.com

Vyacheslav Yelistratov – Ph.D. (Tech), Associate Professor in Department of automobiles and tractors Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, yelisslava@gmail.com

Г.В. Худов, Т.М. Калімулін, І.А. Хижняк

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО СЕГМЕНТУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ

***Анотація.** Встановлено, що одним з найважливіших етапів обробки оптико-електронних зображень є етап сегментування. Проведено аналіз основних підходів до сегментування оптико-електронних зображень. Встановлено, що не існує загальної класифікації методів сегментування зображень. Пропонується розглядати методи сегментування відповідно до наступної класифікації: методи визначення порогів, методи засновані на кластеризації, текстурні методи, методи виділення контурів, методи зміни областей. Досліджено їх основні недоліки та переваги. Проведений аналіз визначив ряд проблемних питань щодо підвищення якості сегментування обробки оптико-електронних зображень, які й є напрямком подальших досліджень.*

Ключові слова: оптико-електронне зображення, сегментування, контур, сегмент, об’єкт інтересу.

***Abstract.** It has been established that one of the most important stages of optical-electronic image processing is the stage of the segmentation. An analysis of the main approaches to the segmentation of optical-electronic images was carried out. It was established that there is no general classification of image segmentation methods. It is proposed to consider segmentation methods according to the following classification: methods for determining thresholds, methods based on clustering, texture methods, methods for selecting contours, methods for changing regions. Their main disadvantages and advantages are studied. The conducted analysis identified a number of problematic issues related to improving the quality of segmentation processing of optical-electronic images, which are the direction of further research.*

Keywords: optical-electronic image, segmentation, contour, segment, object of interest.

Відомо, що на сьогоднішній день обробка цифрових зображень є невід’ємною складовою багатьох галузей людської діяльності, наприклад, медицини, сільського господарства, автоматизації виробничого процесу, робототехніки, дистанційного зондування землі, безпеки та оборони тощо. Одним з основних етапів обробки цифрового зображення є етап розділення усього зображення на однорідні за деякою ознакою сегменти або виділення контурів та подальше визначення границь об’єктів інтересу [1]. Даний етап проводиться задля полегшення подальшого аналізу зображення, але становить доволі складну задачу, у зв’язку з тим, що не існує універсального підходу для якісного сегментування різних видів зображень.

Підбір методу сегментування зображення залежить від багатьох факторів, серед яких – вид зображення, вимоги до результату сегментування, галузь застосування результатів обробки цифрових зображень тощо. Оскільки методи, ефективні для одних видів зображень, не завжди можуть проводити якісне сегментування інших видів зображення [1].

Метою роботи є проведення аналізу основних підходів до сегментування оптико-електронного зображення.

Дано визначення процесу сегментування зображення як процесу розділення усього зображення на однорідні, за деякою ознакою, сегменти або виділення контурів та визначення границь об’єктів інтересу. Проведений аналіз класифікації методів сегментування оптико-електронних зображень, показав, що на даний час не існує єдиної класифікації, а в світових наукових працях [1-3] розглядаються різноманітні підходи до вирішення цього питання. Запропоновано розглядати основні підходи до сегментування оптико-електронних зображень відповідно до наступної класифікації, яка представлена на рис. 1. Розглянемо дані підходи.

1. Визначення порогу сегментування.

Сутність даного підходу полягає в перетворенні вихідного зображення в бінаризоване, яке в свою чергу піддається сегментуванню через порівняння інтенсивності пікселів зображення із заданим пороговим значенням. Для такого методу існує декілька варіантів реалізації – глобальне та локальне визначення порогу сегментування [4].

Для глобального визначення порогу встановлюється одне або декілька значень порогів, на підставі яких відбувається сегментування зображення на фон та об’єкт інтересу.



Рис. 1. Запропонована загальна класифікація основних підходів до сегментування оптико-електронних зображень

Серед методів сегментування шляхом кластеризації найбільш дослідженими та використовуваними є методи k-середніх та нечітких c-середніх [6]. Такі методи використовуються для поділу зображення на чітко розділені між собою кластери, кожен з яких містить в собі пікселі, схожі між собою за певними ознаками та відрізняються від пікселів з іншого кластеру.

Результатом роботи методу k-середніх є жорсткий поділ пікселів за принципом їх віддаленості від центру області, заданого на початку роботи алгоритму. Метод нечітких c-середніх, на відміну від попереднього, ґрунтується на тому, що піксель може одночасно належати до декількох областей, але в різній мірі, наприклад пікселі в середині області мають більший ступень належності до цієї області, ніж пікселі на її границі.

До переваг методів кластеризації можна віднести їх відносну швидкість та можливість роботи із зображеннями, на яких присутнє невелика кількість шумів, а до недоліків – відсутність чіткого алгоритму визначення областей та складність обчислення початкового значення параметрів k і c, на яких ґрунтується робота алгоритмів даного підходу.

Задачею підходу до сегментування за допомогою текстурних методів є розділення зображення на області, в яких значення певних текстурних прикмет мають невелику різницю. Сегментування оптико-електронних зображень за допомогою текстурних методів поділяється на наступні групи методів: спектральні, фрактальні, статистичні та структурні [7].

Останні два з перелічених методів – є найбільш розповсюдженими. Структурні методи працюють із сукупністю комбінацій на зображенні, які легко виокремити, вони розташовані за певними правилами та які можна поєднати у впорядковані структури більшого масштабу. Такі методи ефективні за умов наявності регулярних текстур, створених однотипними комбінаціями.

У випадку статистичних методів, текстура є результатом реалізації деякого випадкового

З метою отримання зображення з кількістю сегментів, відмінною від двох, встановлюється декілька значень порогів. Таким чином, пікселі, що мають інтенсивність меншу за перший поріг потрапляють до першого сегменту, зі значенням інтенсивності більше першого значення, але менше другого – до другого сегменту, і так далі. Формалізація задачі сегментування для n-порогів матиме наступний вигляд (1) [5]:

$$g(v) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } v < t_1 \\ 1, & \text{якщо } t_1 \leq v < t_2 \\ 2, & \text{якщо } t_2 \leq v < t_3 \\ \vdots & \\ n, & \text{якщо } t_n \leq v \end{cases} \quad (1)$$

де v – значення інтенсивності пікселя зображення; n – кількість порогів; $t_1 \dots t_n$ – значення відповідного порогу.

Для здійснення сегментування зображення, отриманого за умов нерівномірного освітлення використовують локальне або адаптивне визначення порогів. Такий метод сегментування ускладнюється тим, що зображення необхідно попередньо розділити на області та обрати для кожної з них відповідне значення порогу.

Перевагами такого методу є простота реалізації та його швидкодія (для простих тонових зображень та невеликої кількості порогових значень), а головним недоліком – велика імовірність помилкової сегментації.

процесу. Роботи таких методів заснована на оцінці таких показників як характеристики подібності та контрасту, кутовий момент, ентропія, тощо.

Підходи до сегментування, засновані на зміні областей полягають в знаходженні областей, пікселі яких подібні між собою. Вони поділяються на методи розростання областей та методи поєднання та розділення областей. Для методу розростання областей необхідно визначити об’єкти, що потребують виділення та міру подібності пікселів δ . Під час роботи методу відбувається порівняння суміжних пікселів, із заданим пікселем – такі, що мають найменшу різницю додаються до відповідної області. У випадку поєднання та розділення областей вихідне зображення розділюється на декілька довільно обраних областей, які або поділяються на менші за розміром області, або об’єднуються в більші, або розділюються на менші, в залежності від заданих умов подібності. Такі методи сегментування продовжують роботи до тих пір, доки області потребують змін, а їх пікселі не задовольняють умовам подібності.

За допомогою підходів до сегментування оптико-електронних зображень, заснованих на виділення контурів, які засновані на базовій властивості сигналу яскравості – на розривності. Граничними при цьому вважають пікселі, в яких спостерігається різка зміна яскравості [3]. Існує велика кількість методів виділення контурів, найбільш відомими з яких є градієнтний метод та такі, що використовують оператори Робертса, Превітта, Собела, Кірша, Робінсона.

Важливою особливістю застосування методів виділення контурів є подальша можливість за результатами обробки отримати не тільки контури об’єктів інтересу на сегментованому зображенні, а й області (сегменти).

Таким чином, встановлено, що не існує загального підходу для вирішення задачі сегментування оптико-електронних зображень. Щоб ефективно вирішувати поставлені завдання за допомогою оптико-електронних зображень необхідно враховувати знання та особливості даної предметної області та вид вхідного зображення. Можливе комплексування методів з різних груп з метою підвищення якості сегментування оптико-електронних зображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdulateef S. K., Salman M. D. A Comprehensive Review of Image Segmentation Techniques. Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering. 2021. Vol. 17. Is. 2. P. 166-175. DOI: <https://doi.org/10.37917/ijeee.17.2.18>.
2. Harle R., Joshi M. Review on “Image Segmentation Methods”. International Journal of Computer Science and Mobile Computing. 2014. Vol. 3. No. 4. P. 722-726.
3. Gonzalez R. C., Woods R. E. (2017). Digital Image Processing. Prentice Hall, 1192.
4. Sezgin M., Sanku B. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation. Journal of Electronic Imaging. 2004. № 13(1). P. 146-168. DOI: <https://doi.org/10.1117/1.1631315>.
5. Прэрт У. Цифровая обработка изображений : Москва: Мир, 1982. Кн. 2. 480 с.
6. Dubey S., Vijay S., Pratibha A. Review of Image Segmentation using Clustering Methods. International Journal of Applied Engineering Research. 2018. Vol. 13. No. 5. P. 2484-2489.
7. Шитова О. В., Пухляк А. Н., Дроб Е. М. Анализ методов сегментации текстурных областей изображений в системах обработки изображений. Научные ведомости БелГУ. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2014. № 8(179). С. 182-188.

Худов Геннадій Володимирович — доктор техн. наук, професор, начальник кафедри тактики факультету радіотехнічних військ Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: 2345kh_hg@ukr.net

Калімулін Темір Муратович — ад’юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, tkalimulin@gmail.com

Хижняк Ірина Анатоліївна — канд. техн. наук, докторант Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, khizh_ia@ukr.net

Khudov Hennadii V. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Chief of Radar troops tactics department of radar troops faculty of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, email: 2345kh_hg@ukr.net

Kalimulin Temir M. — Postgraduate Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, tkalimulin@gmail.com

Khizhnyak Irina A. — Cand. Sc. (Eng), Doctoral Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, khizh_ia@ukr.net

Г.Г. Камалтинов, В.О. Тютюнник, К.А. Тах'ян

ПРОБЛЕМИ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ГРУПОВОГО ЗІП ЗАСОБІВ РАДІОЛОКАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Анотація.

Розглянути сучасний стан нормативної бази стосовно вимог до запасних частин, інструментів та приладдя (ЗІП) озброєння та військової техніки. Визначені вимоги до характеристик та критеріїв оцінки складу ЗІП, наведений перелік та кількісні значення характеристик ЗІП-Г. Проведено аналіз змісту вихідних даних для обґрунтування ЗІП та шляхи їх отримання. Запропонована методика обґрунтування раціонального складу групового ЗІП з оптимізацією за показником достатності та з обмеженим врахуванням витрат та використанням стратегії періодичного поповнення запасів ЗІП-Г без урахування відмов під час зберігання з оптимізацією без урахування відмов при зберіганні та без урахування витрат.

Ключові слова: радіоелектронна техніка; засоби радіолокації; запасні частини та приладдя; груповий комплект ЗІП; показник достатності запасів ЗІП; коефіцієнт готовності комплекту ЗІП-Г.

Advards.

The modern state of normative base concerning requirements Spare Parts Tools and Accessories (SPTA) of military equipment are considered. The requirements to the characteristics and evaluation criteria of the SPTA composition are defined. The list and quantitative values of characteristics for group SPTA are shown. Analysis table of contents of initial data to determinate of SPTA and ways for its receiving are conducted. Methods of grounding for rational composition group kit SPTA and its optimizations by the index of sufficientness with a limited on consumption are proposed. They grounding on using of strategies periodic replenishment of group SPTA without the account refuse during storage and without the account of charges.

Key words: radio electronic equipment; radar equipment; Spare Parts Tools and Accessories (SPTA); group kit SPTA; index of sufficientness of SPTA; coefficient of readiness of group kit SPTA.

Проблема підтримання технічного стану озброєння та військової техніки (ОВТ) на належному рівні та за необхідності своєчасне його відновлення є одна з найбільш важливих. При сучасному високотехнологічному виробництві ремонт часто неможливий або економічно недоцільний. Альтернативою ремонту є використання комплектів запасних частин, інструментів та приладдя (ЗІП), коли відновлення працездатності зводиться до заміни модуля (складової частини (СЧ)), що відмовив, працездатною запасною частиною (ЗЧ). Для засобів ОВТ розробляються комплекти ЗІП – одиночний (ЗІП-О), груповий (ЗІП-Г) та ремонтний (ЗІП-Р). Через особливості швидкого розвитку радіоелектронної техніки (РЕТ) РТВ, поза увагою залишились питання організації підтримання працездатності РЕТ РТВ вітчизняного виробництва за рахунок використання комплектів ЗІП, особливо комплектів ЗІП-Г. Серійне виробництво виробів у достатньої кількості передбачає розробку групових комплектів ЗІП. Однак під час розробки нових засобів радіолокації розроблялись лише вимоги до одиночних комплектів ЗІП та не знайшли уваги питання обґрунтування складу ЗІП-Г. Розроблення комплектів ЗІП-Г на цей час ускладнюється наступним:

- відсутність обґрунтованих до сучасних умов та затверджених методик обґрунтування оптимального складу комплектів ЗІП;

- керівні документи, які регламентували обґрунтування комплектів ЗІП [1-5] застаріли, державні та відомчі стандарти були розраховані на стару елементну базу, застаріли і не діють в Україні;

- аналіз методів розрахунку складу комплектів ЗІП показав, що вони досить складні, вимагають застосування відповідного програмного забезпечення.

На теперішній час вже прийнятий національний військовий стандарт, який визначає основні вимоги до ЗІП для ОВТ [6], але не має документів з обґрунтування складу ЗІП. Для

втілення у практику військ застосування ЗП РЕТ вітчизняного виробництва необхідно розробити методіку обґрунтування оптимального складу комплектів ЗП, та загальні вимоги до ЗПП-Г. Методіка обґрунтування складу ЗПП-Г для РЛС повинна передбачати.

- проведення поглибленого інженерного аналізу експлуатації РЛС та несправностей для усій кількості РЛС даного типу, їх систематизація, визначення даних для розрахунку ЗПП;
- розробку критерію оптимізації та оцінки ЗПП, визначення особливостей РЛС як суб’єктів ЗПП та обґрунтування методу розрахунку, показників оцінки необхідного складу та переліку характеристик ЗПП;
- підготовку необхідних вихідних даних для розрахунків складу ЗПП-Г для РЛС;
- розрахунки з обґрунтування необхідного складу ЗПП за визначеною методикою, співставлення результатів інженерного аналізу з розрахунками необхідного складу ЗПП, корегування результатів розрахунків необхідного складу ЗПП;
- формування пропозицій щодо можливого складу ЗПП-Г РЛС, оцінка вартості складу ЗПП, у разі необхідності уточнення складу ЗПП-Г РЛС.

Для вибору методу розрахунку ЗПП необхідно визначити [7]:

- структуру зв’язків між комплектами ЗПП та кількість рівнів запасів;
- тип виробів, для яких призначений ЗПП (невідновлювані або відновлювані, з резервуванням або без резервування);
- структуру організації технічного обслуговування системи (однорівнева, дворівнева, або багаторівнева);
- тип стратегії поповнення системи ЗПП;
- критерій оптимізації та оцінки ЗПП;
- тип показника достатності ЗПП.

Дослідження [7] показали, що виходячи зі системи логістики, яка діє у Збройних Силах України та особливостей РЛС, як суб’єктів ЗПП, доцільно проводити оптимізацію складу ЗПП за критерієм показника достатності запасів ЗПП у якості якого може бути коефіцієнт готовності комплекту ЗПП-Г. Для цього доцільно використовувати спрощений метод визначення складу ЗПП-Г з оптимізацією за показником достатності, з обмеженим врахуванням витрат та використанням стратегії періодичного поповнення запасів ЗПП-Г без урахування відмов СЧ під час зберігання [10]. Показниками, якими можуть характеризуватися можливості ЗПП-Г РЛС [8-9] можуть бути:

- кратність комплекту ЗПП-Г – кількість виробів у групі, що забезпечують одним комплектом ЗПП-Г;
- спосіб поповнення комплектів ЗПП;
- період поповнення комплекту ЗПП-Г;
- кількість типів запасних частин у виробі;
- вартість комплекту ЗПП;
- тип системи поповнення (дворівнева);
- час доставки запасної частини до ЗПП;
- режим роботи засобів радіолокації.

Для розрахунку необхідні наступні дані [11-12]:

а) дані, які визначаються директивне:

- режим роботи виробу (цілодобовий з перервами);
- кількість обслуговуваних комплектом ЗПП-Г зразків однотипних виробів;
- задана (або обрана) точність обчислення комплектів ЗПП-Г
- умовний індекс стратегії поповнення запасу і-го типу в комплекті ЗПП-Г ;
- період поповнення запасу і-го типу в комплекті ЗПП-Г;
- інтенсивність експлуатації виробу за даними інженерного аналізу;
- вид показника достатності (коефіцієнт готовності комплекту ЗПП-Г);

б) дані, які надаються підприємством – виробником:

- кількість СЧ, які повторюються (розмір номенклатури);
- загальна кількість (номенклатура) СЧ, які підлягають відновленню;
- вартість кожної з СЧ, яка підлягає відновленню;
- інтенсивність відмов для кожної СЧ.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

У відповідності з наведеними вимогами у Харківському національному університеті Повітряних Сил розроблені проекти методичних рекомендацій з обґрунтування оптимального складу комплектів ЗІП, та загальних вимог до ЗІП-Г до радіолокаційних засобів вітчизняного виробництва, які можуть бути реалізовані після апробації та затвердження у Повітряних Силах Збройних Сил України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. РД В 50-503-84 Апаратура радиоэлектронная. Методики оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП.
2. РД В 319.01.19-98 (ред.2-2010) Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методика оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП. 2010. 59 с.
3. ГОСТ РВ 27.3.03-2005 Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП. 2005.38 с.
4. ГОСТ 27.507—2015 Надежность в технике. Запасные части. инструменты и принадлежности. Оценка и расчет запасов. 2017. 48 с.
5. ГОСТ В 26267-84 Апаратура радиоэлектронная. Общие требования к составу комплексов ЗИП методом его расчета.
6. ДСТУ В-П 15.705:2020 Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Запасні частини, інструменти, приладдя і матеріали. Основні положення. 2020. 27 с.
7. Камалтинов Г.Г., Тютюнник В.О. Методика обґрунтування складу ЗІП радіолокаційних засобів РТВ. *Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах.* ДНДІ ВС ОВТ. 2021. 292 с. С.117.
8. Стрельников В.П. К оценке достаточности запасных частей. *Математичні машини і системи.* 2009. № 4. С.188-192.
9. Черкесов Г.Н. О критериях выбора комплектов ЗИП. Надежность. 2013. № 2. С. 3-18.
10. Черкесов Г.Н. Оценка надежности систем с учетом ЗИП. Санкт-Петербург, 2012. 480 с.
11. Жаднов В.В., Авдеев Д.К., Тихменев А.Н. Проблемы расчета показателей достаточности и оптимизации запасов в системах ЗИП. Надежность. 2011. № 3. С. 53-60.
12. Полесский С. Н., Паньковский Б. Е. Методика расчета показателей достаточности системы ЗИП электронных средств. Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 35-47.

Камалтинов Геннадій Григорович – кандидат технічних наук старший науковий співробітник провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, kamgg@i.ua

Тютюнник Владислав Олександрович – кандидат технічних наук старший науковий співробітник начальник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, tvlad1970@gmail.com

Тах'ян Кристина Альбертівна – науковий співробітник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, madi27@ukr.net

Gennadij Kamal'tynov – Philosophy Doctor in Engineering Senior Researcher Leading Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, kamgg@i.ua

Vladyslav Tiutiunnyk – Philosophy Doctor in Engineering Senior Researcher Head of Scientific Research Department Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, tvlad1970@gmail.com

Kristina Tahyan – Researcher Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University Kharkiv, Ukraine, madi27@ukr.net

Г.В. Табачук, І.В. Віщун

НАДАННЯ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛИМ ПРИ УРАЖЕННІ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ ТА БЛИСКАВКОЮ

Анотація

У статті висвітлено актуальність підготовки та механізм надання домедичними допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом та блискавкою не медичними працівниками.

Ключові слова: ураження, електричний струм, алгоритм, електротравма, блискавка, домедична допомога, безпека, громадяни, нещасні випадки.

Abstract

The article shows the relevance of training and the mechanism of giving home medical assistance to those injured by an electric blast and glare by non-medical practitioners.

Key words: shock, electrical strum, algorithm, electrical injury, bliskavka, do-medical help, safety, hulks, unfortunate fluctuations.

Кожна людина має право на охорону здоров'я. Держава і суспільство відповідальні перед громадянами України за рівень здоров'я і збереження генофонду, забезпечують пріоритетність охорони здоров'я в діяльності держави, поліпшення умов праці, навчання, побуту і відпочинку населення, розв'язання екологічних проблем а саме головне вдосконалення медичної допомоги і запровадження здорового способу життя.

Територія України має велику кількість промислових небезпечних об'єктів, що загрожує виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру з великими медико-соціальними наслідками. Це обумовлює певну кількість постраждалих, які потребують надання домедичної допомоги у зоні надзвичайної ситуації в тому числі при ураженні електричним струмом та блискавкою.

Постійне збільшення кількості джерел електроенергії, пов'язане з розвитком науково-технічного прогресу, безумовно, підвищує рівень комфортності життя, але в той же час обумовлює стабільність частоти виникнення електротравм і електроопіків. Тому, знання та вміння рятувальників дотримуватися єдиного порядку та принципів надання домедичної допомоги постраждалим, при ураженні електричним струмом та блискавкою, стає порукою збереження життя кожного громадянина.

Електрична енергія — вірний помічник на виробництві і в побуті. Але вона може принести велику шкоду здоров'ю людині, якщо при користуванні нею не дотримуватися особистої обережності і не виконувати звичайних Правил безпеки.

Найчастіше нещасні випадки відбуваються при:

- незнанні або недотриманні правил техніки безпеки при користуванні електроприладами
- несправні побутові прилади в побуті, електрообладнання на підприємствах
- обірвані дроти високовольтних ліній.

Кожна людина повинна знати алгоритм надання першої допомоги при ударі струмом. Всі дії повинні здійснюватися дуже швидко, без затримок, зайвих розмов і міркувань. Своєчасне надання допомоги дозволяє зберегти життя і зменшити тяжкість електротравми. Для цього необхідно:

- якнайшвидше припинити контакт потерпілого з провідником струму;
- оцінити стан дихальної та серцево-судинної систем і в свідомості людина;
- провести первинну реанімація постраждалого (при відсутності пульсу та дихання).

Штучне дихання та зовнішній масаж серця необхідно робити до відновлення самостійного дихання та діяльності серця в потерпілого або до його передачі медичному персоналу.

Послідовність дій при наданні домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом та блискавкою не медичними працівниками:

- 1) переконатися у відсутності небезпеки;
- 2) якщо постраждалий перебуває під дією електричного струму, при можливості припинити його дію: вимкнути джерело струму, відкинути електричний провід за допомогою сухої дерев'яної палиці чи іншого електронепровідного засобу;
- 3) провести огляд постраждалого, визначити наявність свідомості, дихання;
- 4) викликати бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги;
- 5) якщо у постраждалого відсутнє дихання, розпочати проведення серцеволегеневої реанімації;
- 6) якщо постраждалий без свідомості, але дихання збережене, надати постраждалому стабільного положення;
- 7) накласти на місце опіку чисті, стерильні пов'язки;
- 8) забезпечити постійний нагляд за постраждалим до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги;
- 9) при погіршенні стану постраждалого до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги повторно зателефонувати диспетчеру екстреної медичної допомоги.

Для особистої безпеки громадяни повинні знати правила роботи з електроприладами:

- мінімізувати час перебування в небезпечній зоні поблизу дії приладів;
- наближатися до джерелами струму слід тільки на відстань, що дорівнює довжині ізолювальної частини захисних засобів;
- при роботі з пристроями напругою від 330 кВ обов'язково використання спецодягу;
- в умовах дощу і грози всі роботи повинні бути призупинені.

Найчастіше нещасні випадки відбуваються при:

- незнанні або недотриманні правил техніки безпеки при користуванні електроприладами;
- несправні побутові прилади в побуті, електрообладнання на підприємствах;
- обірвані дроти високовольтних ліній.

Таким чином, знання алгоритму надання першої допомоги при ударі струмом і своєчасне надання допомоги дозволяє зберегти життя і зменшити тяжкість електротравми. Тому, кожний громадянин повинен орієнтуватися в основних видах травм, ушкоджень, вміти надавати першу допомогу та знати і застосовувати методи профілактики, а також способи безпечної поведінки в ситуаціях, пов'язаних із загрозою життю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 09.03.2022. №441. «Порядок надання домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом та блискавкою».
2. Електробезпека: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабасв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018.
3. Правила пожежної безпеки в Україні . – Харків : Форт, 2004.
4. Правила безпечної експлуатації військових електроустановок [Текст] : затв. наказом МО України від 13.05.2003 № 133. – К., 2003.
5. Актуальні проблеми психогігієни та психопрофілактики у військових частинах та підрозділах: Метод. посібник. – Одеса: ВКФ «Друк», 1998.

Табачук Григорій Васильович – викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: gtabachukv@gmail.com

Віщун Ігор Вячеславович – викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: vishchunihor@gmail.com

Hryhoriy Tabachuk – lecturer at the military training department of the Vinnytsia National Technical University, e-mail: gtabachukv@gmail.com

Ihor Vishchun – Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vishchunihor@gmail.com

Г.В. Табачук, М.Г. Домненко

НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА «ОСНОВА ПОЛІТИЧНИХ І ПРАВОВИХ ЗНАТЬ», ЯК ОСНОВА СВІТОГЛЯДУ СТУДЕНТІВ НА ДЕРЖАВОТВОРЕННЯ

Анотація

Студентська спільнота в загальній структурі молоді посідає особливе місце, оскільки саме в її середовищі вибудовується світоглядне підґрунтя подальшого соціокультурного, духовного і науково-інноваційного розвитку соціуму, армії, держави, нації.

Ключові слова: нація, політика, дисципліна, підґрунтя, політична діяльність, міжнародне гуманітарне право.

Abstract

The student community occupies a special place in the general structure of youth, because it is in its environment that the worldview foundation for further socio-cultural, spiritual and scientific and innovative development of society, the state, and the nation is built.

Key words: nation, politics, discipline, background, political activity, international humanitarian law.

Воєнна політика і право – важлива сфера життєдіяльності суспільства, держави і кожного громадянина. В усі часи народотворення української держави, а в наші дні особливо, адже проходить в умовах широкомасштабної агресії росії проти України, політика виявляє важливий, інколи доленосний вплив на життя людей і в цілому народу. Побудова вільної, демократичної, правової, громадської держави викликає нагальну необхідність теоретичного осмислення та практичного втілення кожного громадянина в державотворенні спільноти, що зветься «народ України».

Тому, оволодіння студентської спільноти, громадянами України кафедри військової підготовки ВНТУ курсу предмета «Основи політичних і правових знань» повинне сформувавши у слухачів основи вмінь і навиків політологічного аналізу явищ суспільного життя. В державі люди живуть у межах політичної дійсності, яка значною мірою визначає їх існування. А в наш реалії війни росії проти України - це існування нашої незалежної держави на політичній карті світу. Тому, слухачі кафедри військової підготовки, як майбутні офіцери, у яких будуть підлегли військовослужбовці, повинні бути патріотами та політично мотивованими громадянами України. А в результаті отриманих знань, умінь і практичних навичок володіти у військах загально-професійними компетентностями з метою якісного виконання завдань своїх підрозділів за їх призначенням та в цілому будівництва Збройних Сил України.

Основи політичних і правових знань є самостійною науковою і навчальною дисципліною одночасно теоретичного та історичного профілю. В її межах вивчається і висвітлюється специфічний предмет — історія виникнення і розвитку теоретичних знань про державу, право, політику і законодавство, історія політичних та правових теорій. Щоб визначити предмет історії політичних і правових вчень, необхідно, перш за все, з'ясувати, яке саме коло ідей і вчень належить до політичних та правових. Це, перш за все, ідеї і вчення, які стосуються держави, її суті, її форми та бажаної організації і, відповідно, права.

Навчальна дисципліна «Основи політичних і правових знань» дає можливість сформувавши у громадян кафедри військової підготовки власний світогляд, який базується на знанні різних підходів і концепцій до конкретних державно-правових інститутів, політики, держави і права, особливості воєнної політики в цілому.

Вивчення змісту дисципліни «Основи політичних і правових знань» як навчальної дисципліни полягає у всебічному розкритті її основних понять і категорій. Вона базується на знаннях, які отримані громадянами України з гуманітарних соціально-економічних дисциплін, права, історії та культури України, міжнародного гуманітарного права та юриспруденції.

Основними видами учбових занять є: лекція, групові заняття, самостійна підготовка студентів під керівництвом викладача, консультації.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

Комплексна діагностика знань, умінь та навичок громадян здійснюється на основі результатів проведення поточного, тематичного і підсумкового (модульного) оцінювання знань.

Вивчення модуля “Основи політичних і правових знань” базується на знаннях, які отримали громадяни з модулів “Статути Збройних Сил України та їх практичне застосування (в т.ч. стройова підготовка)” “Запобігання корупції та виховання доброчесності військовослужбовців” “Воєнна історія України”, тощо.

Основне завдання навченої дисципліни - вивчити з громадянами, що проходять військову підготовку особливості воєнної політики держави, соціально-політичні проблеми взаємозв'язку армії і політики, воєнно-політичні процеси, основні положення чинного військового законодавства, його роль у будівництві Збройних Сил України, засвоїти сутність основних видів юридичної відповідальності військовослужбовців, ознайомитись з основними вимогами міжнародного гуманітарного права та організувати дотримання його норм під час бойових дій, розвивати у тих, хто навчається, творче мислення та організаторські здібності, що забезпечують якісне виконання завдань підрозділів за їх призначенням.

Таким чином, отриманні громадянами кафедри військової підготовки теоретичні знання дають їм можливість у військах якісно та вміло застосовувати знання на практиці у процесі військово-професійної діяльності; аналізувати військово-політичні процеси, що відбуваються навколо України; проводити роз'яснювальну роботу щодо воєнної політики України; забезпечувати суворе дотримання вимог законодавства, військових статутів, наказів та директив Міністра оборони України, органів військового управління, командирів і начальників; використовувати правові засоби для виховання підлеглих; здійснювати класифікацію правопорушень; реалізовувати норми права в конкретних ситуаціях у межах своєї професійної компетенції. А саме головне бути готовими до виконання обов'язку із захисту Батьківщини, незалежності та територіальної цілісності держави.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України. Відомості Верховної Ради України – від 28.06.1996 р.
2. Рудич Ф.М. Політологія. Підручник – 2-е видання.-К:Либідь.
3. Основи права для військовослужбовців: навчальний посібник.Турчак О.В. та ін.:Львів. Національний університет ім. Івана Франка, факультет міжнародних відносин. – Львів: Левада, 2018.
4. Корецька А. Соціально-освітні чинники духовності: Монографія / Антоніна Корецька. — К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009.
5. Андрущенко В. Культура. Ідеологія. Особистість: Методолого-світоглядний аналіз / В. Андрущенко, Л. Губерський, М. Михальченко. — К. : Знання України, 2002.
6. Закон України “Про основи національної безпеки України” від 19.06.2003 № 964-IV.

Табачук Григорій Васильович – викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: gtabachukv@gmail.com

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

Hryhoriy Tabachuk – lecturer at the military training department of the Vinnytsia National Technical University, e-mail: gtabachukv@gmail.com

Mykola Domnenko – Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: n.g.domnenko@gmail.com

Д.А. Гриб, О.О. Хмелевська, Б.О. Демідов, С.І. Хмелевський

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОРЯДКУ ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ В УМОВАХ РЕСУРСНИХ ОБМЕЖЕНЬ

Анотація

У роботі розглядається методичний підхід до визначення порядку вибору варіантів забезпечення військових формувань військовою технікою вітчизняного або іноземного виробництва в умовах ресурсних обмежень.

Відмічається, що необхідно враховувати усі види ресурсів, які будуть необхідні для застосування військової техніки.

Ключові слова: ресурсні обмеження, військова техніка, вартісні показники, ефективність застосування, проектні команди.

Annotation

The work considers a methodical approach to determining the order of selection of options for providing military formations with military equipment of domestic or foreign production in conditions of resource limitations.

It is noted that it is necessary to take into account all types of resources that will be necessary for the use of military equipment.

Keywords: resource limitations, military equipment, cost indicators, efficiency of application, project teams.

В умовах необхідності забезпечення скорочення термінів комплектування військових формувань військовою технікою (ВТ) і невизначеності тривалості періоду застосування цих формувань, збільшується значущість визначення пріоритетів збалансованого витрачання ресурсів протягом періодів створення нової вітчизняної ВТ, закупівлі іноземної і експлуатації наявної [1-3]. Це потребує використання обґрунтованого порядку прийняття відповідних управлінських рішень.

Метою роботи є вдосконалення науково-методичного апарату розробки порядку забезпечення ВТ військових формувань в умовах ресурсних обмежень.

Актуальність дослідження визначена необхідністю своєчасного розподілу ресурсів на утримання і розвиток ВТ для забезпечення максимальної ефективності її експлуатації протягом періоду застосування військових формувань. Своєчасність постачання ресурсів для отримання і експлуатації багатовартісних зразків ВТ означає не тільки отримання ВТ для практичного використання, а і отримання логістичного, кадрового, доктринального і інших видів забезпечення для її експлуатації [2].

В умовах необхідності зменшення тривалості періоду постачання ВТ до військових формувань виникає потреба зменшувати тривалість періодів проведення досліджень (моніторингу) із створення, виробництва і оцінювання її ефективності, закупівлі ВТ, у тому числі іноземного виробництва. Процедура вказаних процесів підпорядкована вимогам Законів України, Державних стандартів України, міжнародних договорів і інших нормативно-правових і відомчих актів, які обов'язкові до виконання у будь-який період застосування військових формувань.

Ефективність експлуатації нової ВТ залежить від її відповідності системі логістичного забезпечення експлуатації озброєнь військових формувань, яка визначається відповідними вимогами оперативного-тактичного і оперативного-стратегічного характеру, що висуваються до неї. Кількісний і якісний склад ВТ має бути збалансованим із наявними ресурсами, що можуть бути надані для військових формувань протягом періоду їх застосування [2].

Процес аналізу замовлення нової ВТ може бути представлений схемою, приведеною на рис.1.



Рисунок 1. Схема планування замовлення нової військової техніки
Джерело: розроблено авторами

Можливо пропонувати наступний порядок оцінювання заходів забезпечення ВТ військових формувань, що приведений на рис. 2.

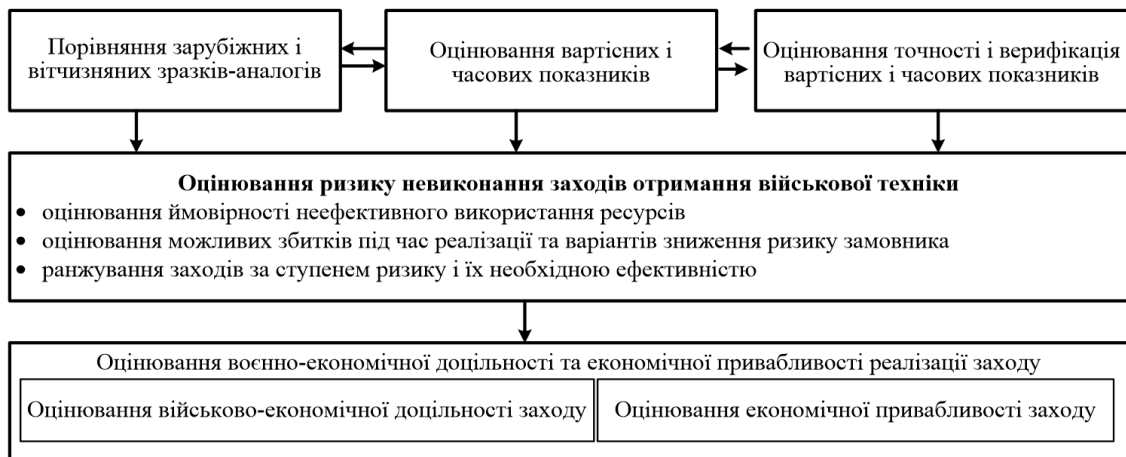


Рисунок 2. Порядок оцінювання заходів забезпечення військовою технікою військових формувань
Джерело: розроблено авторами

Підвищення оперативності досліджень і зниження ризиків реалізації заходів постачання ВТ потребує підвищення ефективності використання інтелектуальних ресурсів держави шляхом створення проектних команд під загальним керівництвом збройних сил. Разом з цим, кількість одночасно опрацьовуваних проектів створення (закупівлі) нової ВТ може вимагати значну кількість висококваліфікованих проектних команд, що потребує відповідного нормативно-правового забезпечення для управління науковими ресурсами не тільки спеціалізованих науково-дослідних і науково-випробувальних установ збройних сил, а і усіх наукових і науково-дослідних установ держави.

Для реалізації наведеного вище підходу до визначення потреби різних видів ресурсів для експлуатації нової ВТ, планування і контролю їх витрачання необхідно створювати відповідні системи автоматизації управління ресурсами.

Корисним є використання досвіду США, де основу державного господарювання складає федеральна контрактна система [2]. Прогнозування розвитку ВТ у США покладено на науково-

дослідні установи, основною з яких є DARPA – спеціальна агенція міністерства оборони США з передових оборонних розробок, яка координує діяльність за цим напрямком.

Оцінювання вартості проекту і ризиків із забезпечення військових формувань відповідними видами ВТ необхідно здійснювати за єдиними, погодженими між замовником і виконавцем робіт економіко-математичними моделями і методиками.

Тривалість прогнозу має охоплювати період застосування військових формувань і подальший період експлуатації ВТ до десяти років і більше.

В умовах обмежених ресурсів переваги мають надаватись варіантам, які забезпечують мінімізацію ризиків забезпечення ВТ різного характеру, до рівня прийняттого для замовника і досягнення максимально можливого ефекту їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Луханін М. І. Реформування оборонно-промислового комплексу. Очікувані результати та наслідки / М. І. Луханін, В.Є. Сіренко, І. Б. Чепков // Технологічні системи. – 2016. – № 3 (76). – С. 15-30.
2. Методологічні й системотехнічні аспекти інформаційного забезпечення управління системами військового призначення та діяльністю в оборонній сфері : монографія / О.Ф.Величко, Д.А.Гриб, Б.О. Демідов, О.П. Коростельов, Ю.Ф. Кучеренко, М.І. Луханін, І.Б. Чепков, О.О. Хмелевська; за ред. Б.О. Демідова, О.П. Коростельова. – Т. 1.– К.: Видавничий дім «Стилос», 2021. – 624с.
3. Горбулін В. П. Проблеми державного регулювання цін на продукцію оборонно-промислового комплексу України / В. П. Горбулін, В. С. Шеховцов, А. І. Шевцов // Стратегічні пріоритети. – 2014. – № 2 (31). – С. 105-111.

Гриб Дмитро Анатолійович – ORCID ID: 0000-0001-8478-978X, к.в.н., доцент, гол. науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Хмелевська Ольга Олександрівна – ORCID ID: 0000-0001-9018-5552, к.т.н., ст. науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна, kncpc@i.ua

Демідов Борис Олексійович – ORCID ID: 0000-0003-1728-6925, д.т.н., професор, провідний науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

Хмелевський Сергій Іванович – ORCID ID: 0000-0001-6216-3006, к.т.н., ст. науковий співробітник, начальник кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна, sserg1978@ukr.net

Dmitry Grib – Candidate of Military Sciences Associate Professor, Chief Research of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Olga Khmelevska – Candidate of Technical Sciences (PhD), senior research fellow, Lead Research of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, kncpc@i.ua

Boris Demidov – Doctor of Technical Sciences Professor, Lead Research of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Khmelevskiy Serhii – Candidate of Technical Sciences (PhD), senior research fellow, Head of Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Ukraine, sserg1978@ukr.net

Д.В. Бердочник, Ю.І. Тригуб

НАБЛИЖЕНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ШВИДКОСТЕЙ ЗЛЬОТУ ТА ПОСАДКИ НАВЧАЛЬНО-БОЙОВОГО ЛІТАКА ВІД ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Анотація

Запропоновано шлях удосконалення існуючої методики порівняльного оцінювання альтернативних типів навчально-бойових літаків для заміни існуючого парку літаків Л-39 шляхом заміни факторів початкового простору кваліметричних моделей визначення навчальних властивостей літака на допоміжні залежності.

Ключові слова: навчально-бойовий літак, порівняльне оцінювання, допоміжні залежності, швидкість зльоту, посадкова швидкість.

Abstract

A way to improve the existing methodology for comparative evaluation of alternative types of combat trainer aircraft to replace the existing fleet of L-39 aircraft by replacing the factors of the initial space of qualimetric models for determining the training properties of the aircraft with auxiliary dependencies is proposed.

Keywords: combat trainer aircraft, comparative evaluation, auxiliary dependencies, take-off speed, landing speed.

На даний час строк служби існуючого парку навчально-бойових літаків Л-39 наближається до граничного стану після досягнення якого, за визначенням, подальша експлуатація даних літаків заборонена незалежно від їх технічного стану. Тому стає задача вибору альтернативного літака на заміну існуючого парку. Задля вирішення цієї задачі необхідно мати працюючу методика порівняльного оцінювання альтернативних варіантів реактивних навчально-бойових літаків (НБЛ). На даний час існує методика многокритеріального порівняльного оцінювання альтернативних варіантів НБЛ, яка враховує оцінку літака за його прямим призначенням, тобто кількісну оцінку ступеня придатності до використання у льотному навчанні курсантів. Існуюча на даний час методика побудована на використанні кваліметричної моделі навчальних властивостей НБЛ, як формалізованої залежності узагальненого показника ступеня пристосованості літака до базової підготовки курсантів від визначаючих тактико-технічних характеристик літального апарату [1].

Одними із важливих факторів початкового простору існуючих кваліметричних моделей навчальних властивостей є посадкова та злітна швидкості оскільки вони є вирішальними параметрами на важких, з точки зору безпеки польотів, етапів польоту, а саме зльоту на посадці літака. Тому, при виборі альтернативного типу літака на заміну існуючого парку літаків Л-39 більш привабливим буде літак з меншими швидкостями зльоту і посадки оскільки дають менший шанс зробити помилку на даних етапах польоту.

Але, виробник при оформленні технічної пропозиції зазвичай не надає значення даних параметрів літака, що суттєво ускладнює проведення порівняльної оцінки різних типів НБЛ. Дані труднощі можливо усунути шляхом побудови допоміжних залежностей швидкостей зльоту та посадки від параметрів літака які найсуттєвіше впливають на значення даних швидкостей.

З теорії динаміки польоту літака [2,3] відомо, що швидкості зльоту та посадки визначаються за наступними формулами:

$$V_{\text{відр}} = \sqrt{\frac{2\sigma(1 - \mu \sin \alpha_p)}{C_{y_a \text{ відр}} \cdot \rho}}; \quad (1)$$

$$V_{\text{пос}} = \sqrt{\frac{2m_{\text{пос}} \cdot g}{C_{y_a \text{ пос}} \cdot \rho \cdot S}}$$

де $C_{y_a \text{ відр}}$ – коефіцієнт піднімальної сили під час відриву літака; $C_{y_a \text{ пос}}$ – коефіцієнт піднімальної сили під час посадки літака; σ – питоме навантаження на крило; μ – тягоозброєність; α_p – кут між вектором тяги і горизонтальною площиною.

Також з теорії динаміки польоту літака відомі вирази для визначення довжини розбігу та пробігу літака, які мають вид, відповідно:

$$L_{\text{розб}} = \frac{V_{\text{відр}}^2}{2j_{x_a \text{ сер}}}; \quad (2)$$

$$L_{\text{проб}} = -\frac{V_{\text{пос}}^2}{2j_{x_a \text{ сер}}}$$

де $j_{x_a \text{ сер}}$ – середнє прискорення літака; $L_{\text{розб}}$ – довжина розбігу; $L_{\text{проб}}$ – довжина пробігу.

З аналізу рівнянь (1) та (2) можна зробити висновок, що параметри швидкостей відриву та посадки можуть бути наближено описаними залежністю від значень тягоозброєності, довжин розбігу та пробігу літака та маси літака, який можна замінити більш інформативним параметром питомим навантаженням на крило.

Таким чином значення вищевказаних швидкостей можна представити як деякі функції від зазначених вище ТТХ літака:

$$V_{\text{відр}} = f(\sigma; \mu; L_{\text{розб}}); \quad (3)$$

$$V_{\text{пос}} = f(\sigma; L_{\text{проб}}; \mu)$$

Також з аналізу виразів (1) та (2) простежується тенденція впливу вхідних параметрів на результуючі параметри. При збільшенні значення одних факторів результуючий параметр в основному збільшується, а при збільшенні інших – зменшується. Тому для вірного відображення допоміжними моделями відомих тенденцій зміни вищеназваних швидкостей при зміні значень обраних факторів, часткові похідні при побудові відповідних апроксимуючих залежностей повинні виглядати наступним чином:

$$\frac{\partial V_{\text{відр}}}{\partial \sigma} > 0; \quad \frac{\partial V_{\text{відр}}}{\partial L_{\text{розб}}} > 0; \quad \frac{\partial V_{\text{відр}}}{\partial \mu} < 0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial V_{\text{пос}}}{\partial \sigma} > 0; \quad \frac{\partial V_{\text{пос}}}{\partial L_{\text{проб}}} > 0; \quad \frac{\partial V_{\text{пос}}}{\partial \mu} < 0.$$

Наближені моделі невідомих функціональних зв'язків (3) встановлюються шляхом обробки наявної статистичної інформації про вже відомі значення параметрів реалізованих в світовій практиці НБЛ та їх ТТХ зі складу обраних факторних просторів, зібраних з наявних джерел технічної інформації[4–7], за допомогою методу групового урахування аргументів.

Таким чином, з урахування дотримання поставленої умови, а саме, по умові правильності поведінки впливу вхідних параметрів на результуючий признак, а також при умові меншої кількості початкових параметрів біли побудовані наступні допоміжні залежності визначення швидкостей зльоту та посадки[8]:

$$\bar{V}_{\text{відр}} = 0,515 + 0,068 \cdot \bar{\sigma} - 0,029 \cdot \bar{\mu} + 0,212 \cdot \bar{L}_{\text{розб}} + 0,211 \cdot \bar{\sigma}^2; \quad (5)$$

$$\bar{V}_{\text{пос}} = 0,3 + 0,806 \cdot \bar{\sigma} + 0,108 \cdot \bar{L}_{\text{проб}} - 0,175 \cdot \bar{\mu} \quad (6)$$

Межи надійної працездатності побудованих залежностей (5) та (6) будуть визначатися діапазоном зміни значень факторів зі складу моделі, а саме:

– для нормованих значень факторів:

$$\bar{\sigma} \in [0, 68; 1, 46]; \bar{\mu} \in [0, 69; 2, 84];$$

$$\bar{L}_{\text{розб}} \in [0, 59; 1, 63]; \bar{L}_{\text{проб}} \in [0, 58; 1, 37];$$

– для ненормованих значень факторів:

$$\sigma \in [164, 1; 352, 4] \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}; \mu \in [0, 26; 1, 08];$$

$$L_{\text{розб}} \in [300; 830] \text{ м}; L_{\text{проб}} \in [361; 850] \text{ м}.$$

Характеристики точності описання допоміжними моделями (5) та (6) вибірки наявного статистичного матеріалу, що відображує накопичений досвід ретроспективи розвитку реактивних НБЛ на світовому рівні, дозволяють рекомендувати побудовані моделі для практичного застосування при формуванні початкових даних в удосконаленій методиці порівняльного оцінювання різних типів літаків даного класу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кваліметричні моделі ступеню придатності навчально-бойового літака до використання в базовій навчальній льотній підготовці курсантів / В.П. Єрошенко, О.Б. Леонтєв, М.В. Науменко, І.Б. Ковтонюк // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2019. – № 2(35). – С. 79-87.
2. Григорьев Н.Г. Основы аэродинамики и динамики полета. – М.: Машиностроение, 1995. – 400 с.
3. Семенчин В.А. Аэродинамика и динамика полета / В.А. Семенчин, В.А. Захаренко, В.В. Чмовж. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2003. – 381 с.
4. Нор П.І. Реактивні навчально-тренувальні літаки: покоління; технічні характеристики; порівняльна оцінка / П.І. Нор, Л. Ю. Новосад. – К.: Фітон, 2012. – 160 с.
5. Нор П.И. Анализ развития учебно-тренировочных самолетов с турбореактивными двигателями / П.И. Нор // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2010. – № 1(3). – С. 11-19.
6. Послевоенная вспомогательная авиация. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.airwar.ru/other.html>.
7. Современная вспомогательная авиация. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.airwar.ru/othernow.html>.
8. Леонтєв О.Б. Удосконалення методики порівняльного оцінювання різних типів реактивних навчально-тренувальних (навчально-бойових) літаків / О.Б. Леонтєв, Д.В. Бердочник, А.Д. Бердочник // Системи озброєння і військова техніка. – 2021. – №2 (66). – С. 73-86.

Бердочник Дмитро Вадимович — ад’юнкт науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: berdochnik92@gmail.com

Тригуб Юрій Ігорович — ад’юнкт науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: triguburii31@gmail.com

Berdochnik Dmitro V. — Adjunct of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, email: berdochnik92@gmail.com

Trigub Yuriy I. — Adjunct of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: triguburii31@gmail.com

Д.В. Борисюк

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ УДАРНО-СПУСКОВОГО МЕХАНІЗМУ ПІСТОЛЕТА МАКАРОВА

Анотація.

У роботі представлено математичну модель процесу визначення технічного стану ударно-спускового механізму пістолета Макарова. Побудовано матрицю діагностування ударно-спускового механізму пістолета Макарова та блок-схему її синтезу.

Ключові слова: математична модель, матриця діагностування, аналітична модель, технічний стан, ознаки несправності, пістолет Макарова, ударно-спусковий механізм.

Abstract.

A mathematical model of the process of determining of technical condition of the trigger mechanism of the Makarov pistol is presented in paper. A matrix for diagnosing the shock-trigger mechanism of the Makarov pistol and a block diagram of its synthesis were built.

Key words: mathematical model, diagnostic matrix, analytical model, technical condition, signs of malfunction, Makarov pistol, trigger mechanism.

Пістолет Макарова (ПМ) є особистою зброєю нападу та захисту, призначений для ураження противника на коротких відстанях [1-5]. Перевагою пістолета, створеного Миколою Федоровичем Макаровим, є надійність роботи в найважчих умовах експлуатації. Дану якість було доведено не тільки на випробуваннях і при експлуатації в діючій армії, а й в суворих бойових умовах. Першим великим військовим конфліктом, в якому взяв участь ПМ, в значних кількостях, стала В'єтнамська війна. У неймовірно суворих умовах війни в джунглях Південно-Східної Азії пістолет Макарова продемонстрував відмінну надійність. А потім і в Афганістані, при мінімальному догляді і попаданні піску, ПМ працював безвідмовно. У Першій і Другій чеченських війнах пістолет Макарова знову довів свою надійність. Звичайно, при сильному забиванні брудом патронника, дзеркала затвора-кожуха, пазів рами і затвора-кожуха, пружини викидача, затримки іноді відбуваються, але більшість з них викликано недбалим поводженням зі зброєю та іншими недоліками з вини власника [6-9].

На початку 1990-х років, в результаті розвалу Радянського Союзу і значного скорочення державних замовлень для армії і правоохоронних органів, ВАТ «Іжевський механічний завод» почав виготовлення експортних варіантів пістолета Макарова, для цивільного ринку зброї. Такі пістолети відрізнялися в основному наявністю регульованого в двох площинах цілика і збільшеними щічками рукоятки з виступами під великий палець.

В 1994 році для Збройних сил Росії була запропонована модифікація пістолета Макарова – ПММ-8 і ПММ-12. У даних пістолетів посилена рамка і збільшена маса затвора. Патронник ПММ оснащений спіралеподібними канавками, що дозволяє використовувати для стрільби високоімпульсні патрони 9×18 мм ПММ. Максимальний тиск в каналі ствола пістолета при новому патроні збільшився на 15%, що дещо збільшило віддачу.

Сучасна версія ПМ – пістолет ВАКАЛ-442, випускається в основному на експорт.

Пістолет Макарова складається з наступних основних частин і механізмів (рис. 1): рамки зі стволом і спусковою скобою; затвора з ударником, викидачем і запобіжником; поворотної пружини; ударно-спускового механізму; рукоятки з гвинтом; затримки затвора; магазину [1-5].

Багаторічний досвід експлуатації пістолетів Макарова показав, що найменш довговічним є ударно-спусковий механізм (УСМ), збільшення ресурсу якого, підвищить експлуатаційні показники пістолета.

Метою дослідження є контроль надійності функціонування такого важливого функціонального блоку пістолета Макарова, яким є ударно-спусковий механізм, за рахунок створення математичної моделі діагностування його вузлів та деталей, яка пов'язує несправності та ознаки несправностей.

Рішення задачі автоматизації логічного процесу постановки діагнозу вимагає розробки моделей механізмів і систем стрілецької зброї як об'єктів діагностування, що описують на

одному математичному рівні взаємозв'язки між безліччю можливих несправностей і безліччю значень діагностичних параметрів.

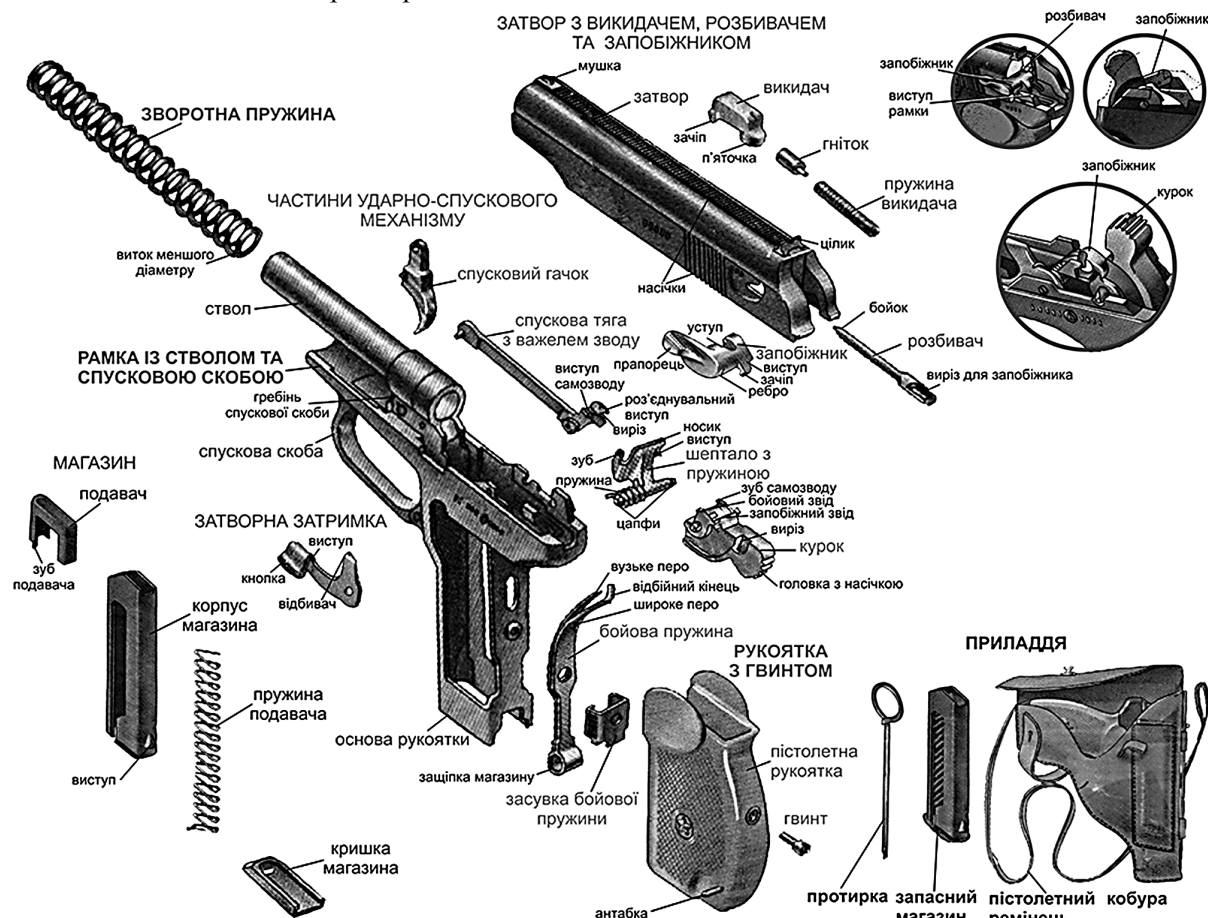


Рисунок 1 – Основні частини і механізми 9-мм пістолета Макарова (ПМ) [2, 3]

Заміна об'єкта діагностування моделлю пов'язана з виділенням основних, істотних для постановки діагнозу елементів і властивостей, пов'язаних із завданням визначення дійсного технічного стану об'єктів. При цьому деяка кількість елементів і зв'язків об'єкта, виключно важливих з точки зору його функціонування як пристрою, призначеного для виконання певної роботи, стають другорядними і при розробці моделі технічного пристрою, як об'єкта діагностування, можуть бути виключені.

Заміна реальних технічних пристроїв їх ідеалізованими моделями дозволяє широко використовувати різні математичні методи. Під математичною моделлю об'єкта діагностування слід розуміти безліч аналітичних, логічних, статистичних, графічних і взагалі будь-яких якісних співвідношень, які пов'язують вихідні параметри об'єкта з його вхідними і внутрішніми параметрами.

Найбільш універсальною моделлю об'єкта діагностування є представлення його у вигляді «чорного ящика», вхідні і вихідні параметри якого мають кінцеву множину значень. Передбачається, що всі можливі стани об'єкта утворюють кінцеву множину станів. В даному випадку об'єкт є «чорним ящиком» не тому, що його внутрішня структура і параметри повністю не відомі, а тому, що накладається заборона на доступ до них і стан об'єкта можна визначати, тільки досліджуючи його вихідні параметри (без розбирання) [10-15].

Для представлення об'єкта діагностики у вигляді «чорного ящика» необхідно задати (рис. 2):

- кількість всіх вхідних дій Y від стимулюючих пристроїв і зовнішнього середовища;
- кількість всіх вихідних ознак несправності S ;
- кількість всіх несправностей об'єкта діагностування X ;
- оператор A , який перетворює кількості X та Y в кількість S :

$$S = A\{Y, X\}. \quad (1)$$

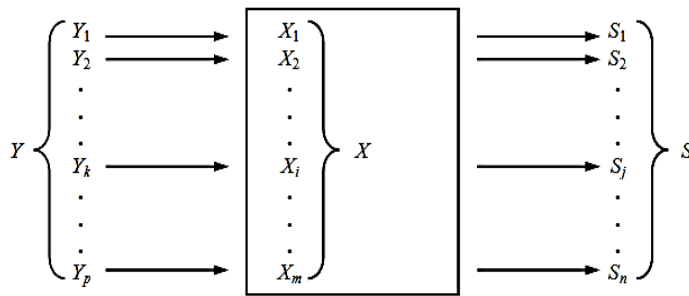


Рисунок 2 – Представлення об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика»

Враховуючи, що при діагностуванні елементи кількості Y стабілізуються (або змінюються по заданому закону), вираз (1) перетвориться у вид

$$S = A\{X\}. \quad (2)$$

Іншими словами, будь-який вихід-ний параметр об'єкта діагностування є функцією його технічного стану при даному стані входів.

Якщо несправність об'єкта діагностування $\{X_i\}$ віднести до вихідних пара-

метрів автоматизованої системи, то діагностична задача формулюється наступним чином: по відомим ознакам несправності $\{S_j\}$ визначити невідомі несправності об'єкта діагностування $\{X_i\}$.

Для успішного вирішення цього завдання необхідно знати вид оператора A , іншими словами, необхідний вичерпний опис зв'язків між усіма вихідними параметрами і всіма можливими станами (несправностями) об'єкта.

Нижче описується ряд моделей об'єктів діагностування, що відрізняються один від одного різними формами опису зазначених зв'язків.

При наявності аналітичної моделі об'єкта діагностування завдання постановки діагнозу в загальному вигляді формулюється таким чином.

За даними ознаками несправності S_1, S_2, \dots, S_n , отриманих в результаті відповідних вимірювань, визначити технічний стан (несправності) об'єкта діагностування X_1, X_2, \dots, X_m , якщо відомі функціональні залежності між кожним діагностичним сигналом і структурними параметрами:

$$\begin{cases} S_1 = \varphi_1(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_2 = \varphi_2(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ \dots \dots \dots \\ S_j = \varphi_j(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ \dots \dots \dots \\ S_n = \varphi_n(x_1, x_2, \dots, x_m). \end{cases} \quad (3)$$

Система рівнянь (3) є математичною моделлю об'єкта діагностування, що має m структурних параметрів і n діагностичних сигналів.

Очевидною перевагою постановки діагнозу з використанням аналітичної моделі є можливість отримання конкретної несправності об'єкта діагностування, що дозволяє визначити технічний стан об'єкта не тільки в момент діагностування, але і, накопичуючи інформацію, отриману за кілька діагностичних обстежень об'єкта, аналізувати зміну структурних параметрів з метою прогнозування його технічного стану.

Однак практичне використання такої аналітичної моделі поки обмежено в силу таких обставин:

- вид функцій φ_j для більшості вузлів і механізмів поки не встановлений;
- якщо функція φ_j не задовольняє умовам безперервності і диференціювання по кожному з своїх аргументів, що зазвичай має місце в реальних моделях, то рішення системи рівнянь (3) пов'язано з великими математичними труднощами;
- більшість діагностичних параметрів, в принципі не можуть бути виражені у вигляді аналітичних функцій структурних параметрів.

У ряді робіт з технічного діагностування машин і механізмів, можливі технічні стани (несправності) агрегатів і систем та ознаками цих несправностей описуються у вигляді так званих діагностичних матриць [13-24].

З досвіду багаторічної експлуатації пістолетів Макарова всіх модифікацій в табл. 1 представлена матриця діагностування ударно-спускового механізму [1-4].

В матриці (див. табл. 1) позначимо наступні несправності ударно-спускового механізму пістолета Макарова: x_1 - ослаблення або злам пружини шептала; x_2 - скруглення шептала або бойового зводу курка; x_3 - знос роз'єднувального виступу важеля зводу або виступу для роз'єднання важеля зводу на затворі; x_4 - передчасний поворот шептала поличкою уступа запобіжника при ввімкненні запобіжника; x_5 - ослаблення або злам вузького або широкого пера бойової пружини; x_6 - вигин спускової тяги; x_7 - зминання або знос виступу шептала чи вирізу на важелі зводу; x_8 - забоїни на шепталі або бойовому зводі курка; x_9 - вигин вузького або широкого пера бойової пружини назад; x_{10} - забоїни на поличці для спускової тяги в рамці; x_{11} - вм'ятини на бічних стінках корпусу магазину; x_{12} - забоїни на цапфових гніздах в рамці або на цапфах шептала; x_{13} - ослаблення або злам широкого пера бойової пружини; x_{14} - відсутність виїмки з правого боку гребеня затвора (у пістолетів перших випусків); x_{15} - відгин або злам вигнутого кінця широкого пера бойової пружини; забоїни на запобіжному зводі курка; затирання вигнутого кінця широкого пера бойової пружини в заглибленні курка; x_{16} - скруглення шептала або запобіжного зводу курка; x_{17} - важке обертання важеля зводу на цапфі спускової тяги; x_{18} - забоїни на цапфових гніздах для цапф курка в рамці або на цапфах курка; x_{19} - ослаблення або злам вузького пера бойової пружини; x_{20} - скруглення або скришеність виступу самозводу важеля зводу; скруглення або скришеність зуба самозводу курка; x_{21} - верхній кінець спускового гачка впирається в стінку кривого паза рамки до зриву курка з виступу самозводу важеля зводу; x_{22} - скруглення або скришеність виступу на курку для запирання курка запобіжником; скруглення або скришеність зачепа для запирання курка запобіжником; x_{23} - знос зуба шептала або полички уступа запобіжника; x_{24} - передчасний поворот шептала поличкою уступа запобіжника при ввімкненні запобіжника; зминання стінок вирізу на головці курка; x_{25} - зминання або скрошеність бойка ударника; x_{26} - знос бойка ударника; ослаблення або злам широкого пера бойової пружини; забоїни в вирізі на головці курка або на виступі запобіжника; тертя курка об стінки затвора або рамки; передчасний зрив курка з виступу самозводу важеля зводу; зміщення щічок рукоятки назад (у пістолетів перших випусків); x_{27} - ослаблення або злам фіксатора запобіжника; скруглення країв виїмок для фіксатора запобіжника на затворі; заклинювання ударника запобіжником.

Таблиця 1 – Матриця діагностування ударно-спускового механізму пістолета Макарова

Несправність УСМ ПМ	Ознака несправності ударно-спускового механізму пістолета Макарова																		
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇	S ₁₈	S ₁₉
x_1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x_2	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x_3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
x_7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{10}	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
x_{11}	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
x_{12}	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{13}	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{14}	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{15}	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{16}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_{17}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

x_{18}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
x_{19}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
x_{20}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
x_{21}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
x_{22}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
x_{23}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
x_{24}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
x_{25}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
x_{26}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
x_{27}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Також в матриці (див. табл. 1) вводимо ознаки вище вказаних несправностей: S_1 - курок не ставиться на бойовий звід при відпущеному спусковому гачку і вимкненому запобіжнику; S_2 - курок не ставиться на бойовий звід при відведенні затвора назад і при витиснутому до відмови назад спусковому гачку; S_3 - передчасний зрив курка з бойового зводу при ввімкненні запобіжника; S_4 - курок не спускається з бойового зводу; S_5 - курок туго спускається з бойового зводу; S_6 - курок легко спускається з бойового зводу; S_7 - курок зривається з бойового зводу; S_8 - курок не стає на запобіжний звід; S_9 - курок зривається з запобіжного зводу; S_{10} - курок не повертається виступом самозводу важеля зводу при ввімкненому запобіжнику; S_{11} - курок туго повертається виступом самозводу важеля зводу; S_{12} - курок передчасно зривається з виступу самозводу важеля зводу; S_{13} - курок не зривається з виступу самозводу важеля зводу при натисканні на спусковий гачок до відмови назад; S_{14} - курок зводиться при ввімкненому запобіжнику; S_{15} - курок не спускається з бойового зводу при ввімкненому запобіжнику; S_{16} - курок не блокується виступом запобіжника; S_{17} - спусковий гачок після припинення натискання на нього не зайняв свою попередню позицію; S_{18} - осічки; S_{19} - довільна автоматична стрільба або здвоєні постріли.

Як видно з табл. 1, кожна несправність характеризується певною комбінацією значень її ознак, які можуть приймати два умовних значення «0» або «1».

На перетині i -го рядка і j -го стовпця ставиться «1», якщо при наявності i -ої несправності спостерігається вихід j -ої ознаки з області її допустимих значень, в протилежному випадку ставиться «0».

Для синтезу такої матриці необхідно нескінченну кількість технічних станів об'єкта замінити кінцевою множиною технічних станів, кожний з яких пов'язано з певною несправністю (або їх комбінацією) або з працездатним станом (рис. 3).

Таке перетворення може бути записано у вигляді

$$\{x_i\}_k = F_x \{x_i\}, \quad (4)$$

де $\{x_i\}$ - множина ознак технічних станів об'єкта діагностування, кожна з яких може приймати в загальному випадку нескінченну кількість значень; $\{x_i\}_k$ - кінцева множина ознак технічних станів об'єкта діагностування, кожна з яких може приймати лише два умовних значення «0» або «1», які відповідають відсутності та наявності i -ої несправності; $i = 1, 2, \dots, m$; F_x - оператор, який перетворює кількість $\{x_i\}$ в кількість $\{x_i\}_k$ наступним чином: для будь-якого i -го параметру x_i присвоюється значення «0», якщо величина лежить в області допустимих значень, в протилежному випадку присвоюється значення «1».

Перетворення нескінченної кількості значень параметрів вихідних процесів в кінцеву кількість значень діагностичних параметрів може бути записано у вигляді

$$\{s_j\}_k = F_s \{s_j\}, \quad (5)$$

де $\{s_j\}$ - кількість ознак вихідних процесів, кожна з яких може приймати в загальному випадку нескінченну кількість значень в певному інтервалі; $\{s_j\}_k$ - кінцева кількість діагностичних ознак, кожна з яких може приймати тільки два умовних значення «0» або «1»; $j = 1, 2, \dots, n$; F_s - оператор, що перетворює кількість $\{s_j\}$ в кількість $\{s_j\}_k$ наступним чином: будь-якій j -ій ознаці s_j присвоюється умовне значення «0», якщо величина лежить в області значень, що відповідають справному стану об'єкта діагностування, в протилежному випадку присвоюється значення «1».

В результаті проведених перетворень отримано два кінцевих значення $\{x_i\}_k$ і $\{s_j\}_k$, елементи яких певним чином пов'язані один з одним.

У загальному вигляді цей зв'язок може бути виражений у вигляді

$$\{s_j\}_k = \Phi \{x_i\}_k, \quad (6)$$

де Φ - оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів.

Перетворення (6) відображає функціонування будь-якого технічного об'єкта як перетворювача кількості структурних параметрів у кількість діагностичних параметрів і є модифікацією моделі (1).

Перетворення (6) можна розгорнути за допомогою системи (3).

Система рівнянь (3) пов'язує кожну ознаку несправності S_j з усіма структурними параметрами об'єкта діагностування, що відображає зв'язки між структурними параметрами і діагностичними сигналами.

Матриця діагностування, як модель об'єкта діагностування, показує, що вона є по суті справи табличною формою запису системи рівнянь (1).

Параметр S_1 в матриці діагностування можна розглядати як двозначну булеву функцію, яка залежить від аргументів x_1, x_2, x_3 . Булева функція залежить від аргумента x_1 , якщо має місце співвідношення

$$\varphi(x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_m) \neq \varphi(x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, 1, x_{i+1}, \dots, x_m)$$

Як випливає з цього визначення та табл. 1, S_1 істотно залежить тільки від x_1, x_2 .

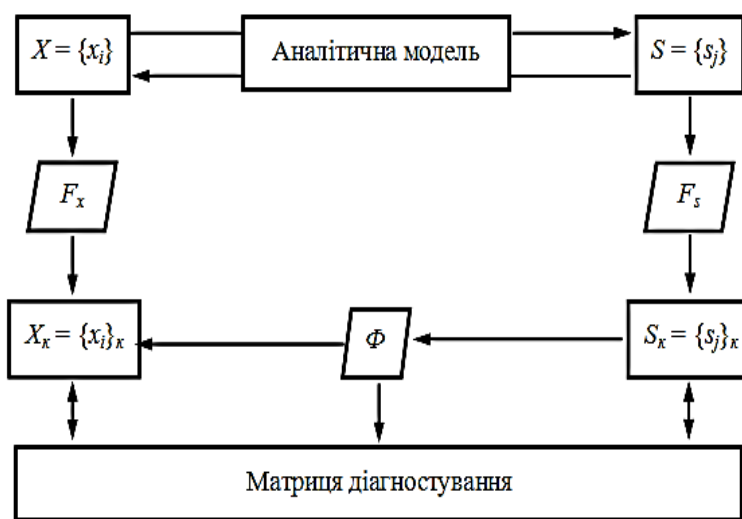
Залежність $S_1 = \varphi_1(x_1, x_2)$ виражається в даному випадку в вигляді функції логічного додавання (диз'юнкція):

$$S_1 = x_1 + x_2.$$

Відповідний аналіз інших ознак несправностей дозволяє записати систему рівнянь (3) для даної матриці діагностування ударно-спускового механізму пістолета Макарова у вигляді:

$$\begin{cases} S_1 = x_1 + x_2; & S_8 = x_{15}; & \\ S_2 = x_1 + x_2 + x_3; & S_9 = x_1 + x_{16}; & S_{15} = x_{23}; \\ S_3 = x_2 + x_4; & S_{10} = x_5 + x_6 + x_{17}; & S_{16} = x_{24}; \\ S_4 = x_5 + x_6 + x_7 + x_8; & S_{11} = x_6 + x_9 + x_{10} + x_{17}; & S_{17} = x_6 + x_{10} + x_{11} + x_{19}; \\ S_5 = x_6 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12}; & S_{12} = x_6 + x_{19} + x_{20}; & S_{18} = x_{18} + x_{25} + x_{26}; \\ S_6 = x_1 + x_2 + x_{13}; & S_{13} = x_6 + x_{21}; & S_{19} = x_1 + x_2 + x_{25} + x_{27}; \\ S_7 = x_1 + x_2 + x_{14}; & S_{14} = x_{22}; & \end{cases} \quad (7)$$

Всі послідовні перетворення, що призводять до синтезу моделі об'єкта діагностування у вигляді діагностичної матриці, наочно представлені на блок-схемі (див. рис. 3). У тому випадку, коли модель об'єкта діагностування представлена у вигляді діагностичної матриці, діагностична задача формулюється наступним чином.



За даними ознаками несправностей S_1, S_2, \dots, S_n отриманими при діагностичному обстеженні, потрібно визначити несправності x_1, x_2, \dots, x_m в момент перевірки, якщо відомі функціональні залежності між діагностичними параметрами і всіма структурними параметрами, що задані у вигляді діагностичної матриці або системи рівнянь типу (7). Кожен структурний параметр і кожен діагностичний

Рисунок 3 – Блок-схема синтезу матриці діагностування: $X = \{x_i\}$ - нескінченна кількість технічних станів об'єкта;

$X_k = \{x_i\}_k$ - кінцева кількість технічних станів;
 $S = \{s_j\}$ - нескінченна множина ознак технічних станів об'єкта;
 $S_k = \{s_j\}_k$ - кінцева множина ознак технічних станів об'єкта
 F_x - оператор, перетворюючий кількість $\{x_i\}$ в кількість $\{x_i\}_k$;
 F_s - оператор, що перетворює кількість $\{s_j\}$ в кількість $\{s_j\}_k$;
 Φ - оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів.

параметр приймає тільки два значення: «0» або «1». Очевидно що для вирішення діагностичної задачі необхідне зворотне перетворення кількості діагностичних параметрів в кількість структурних параметрів, тому що при постановці діагнозу відомими є саме значення ді-агностичних параметрів. У загальному вигляді зворотне перетворення можна представити виразом

$$\{x_i\}_k = \Phi^{-1}\{s_j\}_k,$$

або в розгорнутому вигляді

$$\begin{cases} x_1 = f_1(S_1, S_2, \dots, S_n) \\ x_2 = f_2(S_1, S_2, \dots, S_n) \\ \dots \\ x_m = f_m(S_1, S_2, \dots, S_n) \end{cases} \quad (8)$$

Вид функцій f_m неважко встановити в кожному конкретному випадку на основі наступних міркувань.

У діагностичній матриці (див. табл. 1) розглянемо окремо один із стовбців, наприклад, перший. З матриці видно, що наявність несправності x_1 викликає одночасно вихід ознак S_1, S_2, S_6, S_7, S_9 та S_{19} з області їх допустимих значень. Значення інших діагностичних параметрів при наявності тільки несправності x_1 залишаються в межах норми. Значить x_1 є булевою функцією, в даному випадку кон'юнкція (або функцією логічного множення):

$$x_1 = S_1 S_2 S_6 S_7 S_9 S_{19}.$$

Відповідний аналіз всіх інших стовбців розглянутої матриці дозволяє зворотне перетворення (3) записати в вигляді системи булевих функцій (кон'юнкцій):

$$\begin{cases} x_1 = S_1 S_2 S_6 S_7 S_9 S_{19}; & x_{10} = S_5 S_{11} S_{17}; & x_{19} = S_{12} S_{17}; \\ x_2 = S_1 S_2 S_3 S_6 S_7 S_{19}; & x_{11} = S_5 S_{17}; & x_{20} = S_{12}; \\ x_3 = S_2; & x_{12} = S_5; & x_{21} = S_{13}; \\ x_4 = S_3; & x_{13} = S_6; & x_{22} = S_{14}; \\ x_5 = S_4 S_{10}; & x_{14} = S_7; & x_{23} = S_{15}; \\ x_6 = S_4 S_5 S_{10} S_{11} S_{12} S_{13} S_{17}; & x_{15} = S_8; & x_{24} = S_{16}; \\ x_7 = S_4; & x_{16} = S_9; & x_{25} = S_{17}; \\ x_8 = S_4 S_5; & x_{17} = S_{10}; & x_{26} = S_{18}; \\ x_9 = S_5 S_{11}; & x_{18} = S_{11} S_{18}; & x_{27} = S_{19}. \end{cases} \quad (9)$$

Як видно з цього прикладу, процес постановки діагнозу на основі моделі об'єкта діагностування, вираженої у вигляді діагностичної матриці, складається з наступних етапів:

- шляхом відповідних вимірювань і перетворень (5) встановлюються ознаки всіх несправностей S_1, S_2, \dots, S_n ;
- значення діагностичних параметрів підставляються в систему булевих функцій (8);
- обчислюються значення всіх булевих функцій несправностей x_i ($i = 1, 2, \dots, m$) причому якщо $x_i = 1$, то в об'єкті є i -та несправність.

Повертаючись до блок-схеми синтезу матриці діагностування (див. рис. 3), можна сформулювати в загальному вигляді умову здійснення діагностування наступним чином: для здійснення діагностування достатньо, щоб зворотне перетворення кількості ознак несправностей у кількість структурних параметрів (несправностей) об'єкта було однозначним.

Якщо при синтезі діагностичної матриці не виконана ця умова і в системі (8) є дві або більше рівних функцій, то перелік діагностичних параметрів необхідно доповнити новим параметром, який увійшов би в якості додаткового аргументу тільки в одну з розглянутих рівних функцій.

Розроблена математична модель процесу визначення технічного стану ударно-спускового механізму пістолета Макарова, дозволить виявити несправності в залежності від їх ознак, що значно підвищить термін експлуатації пістолета.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Наставление по стрелковому делу. 9-мм пистолет Макарова*. Москва, Россия: Военное издательство МО СССР, 1968, 103 с.
2. *Оружие ближнего боя России*. Москва, Россия: Издательство НО «Ассоциации «Лига содействия оборонным предприятиям», 2010, 660 с.
3. В. Шунков, *Боевое и служебное оружие России*. Москва, Россия: Эксмо, 2012, 520 с.
4. *Руководство по ремонту 9-мм пистолета Макарова (ПМ)*. Москва, Россия: Военное издательство МО СССР, 1956, 65 с.
5. И.К. Кассанелли, *Современное огнестрельное оружие*. Харьков, Украина: Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», 2013, 304 с.
6. А.В. Ковтун, *Надійність озброєння та бойової техніки*. Харків, Україна: Військ. ін.-т ВВ МВС України, 2005, 86 с.
7. В.А. Муzychuk, А.В. Круглов, та О.Л. Смірнов, *Організація експлуатації озброєння військ ППО Сухопутних військ. Ч. I. Експлуатаційно-технічні показники озброєння та методи їх оцінки*. Харків, Україна: ХВУ, 2001, 78 с.
8. Д.Н. Болотин, *Советское стрелковое оружие*. Москва, Россия: Воениздат, 1983, 304 с.
9. В.І. Семенюк, та Г.Б. Гишко, *Стрілецька зброя механізованих підрозділів*. Харків, Україна: ХУПС, 2010, 304 с.
10. А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, и И.И. Габитов, *Диагностика и техническое обслуживание машин*. Москва, Россия: Издательский центр «Академия», 2008, 432 с.
11. А.П. Сырбаков, *Диагностика и техническое обслуживание*. Томск, Россия: Изд-во Томского политехнического университета, 2009, 220 с.
12. Н.Я. Яхьяев, и А.В. Кораблин, *Основы теории надежности и диагностика*. Москва, Россия: Издательский центр «Академия», 2009, 256 с.
13. Д.В. Борисюк, В.В. Біліченко та В.Й. Зелінський, «Математична модель ударно-спускового механізму автомата Калашникова як об'єкта діагностування», *Вісник машин-обудування та транспорту*, Випуск 2 (8), с. 4-14. 2018.
14. Д.В. Борисюк, В.В. Біліченко та В.Й. Зелінський, «Математична модель ударно-спускового механізму автомата Калашникова як об'єкта діагностування», *Вісник машин-обудування та транспорту*, Випуск 1 (9), с. 15-26. 2019.

Борисюк Дмитро Вікторович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів-Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222, e-mail: bddv@ukr.net

Borysiuk Dmytro – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Automobiles and Transport Management, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, 21021, Vinnytsia, Warriors-Internationalists str., 7, room 3222, e-mail: bddv@ukr.net

Д.М. Воронов, І.Л. Костенко, А.В. Лопатін, О.П. Кулик, О.А. Павліченко

МЕТОДИКА ДОСЛІДНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЛОКІВ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ “ЦИФРА-Р”

Анотація. У роботі розроблено методуку дослідної експлуатації блоків Цифра-Р-БС-РСБН, Цифра-Р-І-РСБН, Цифра-Р-БС-ДРЛ з активним каналом програмно-апаратного комплексу “Цифра-Р”, яку застосовують при вирішенні завдань оцінювання показників якості, виявлення конструктивних недоробок, виробничих дефектів та експлуатаційних недоліків дослідних зразків блоків програмно-апаратного комплексу “Цифра-Р” та визначення можливості їх подальшого застосування як функціонального доповнення виносних індикаторів систем посадки ВІСП-75Т.

Ключові слова: програмно-апаратний комплекс, дослідна експлуатація, показники якості, методи випробувань, виносні індикатори системи посадки.

Abstract. The work developed a method of experimental operation of the Tsifra-R-BS-RSBN, Tsifra-R-I-RSBN, Tsifra-R-BS-DRL units with an active channel of the "Tsifra-R" software and hardware complex, which is used in solving the tasks of evaluating indicators quality, detection of structural defects, production defects and operational deficiencies of experimental samples of the blocks of software and hardware complex "Tsifra-R" and determination of the possibility of their further use as a functional addition to the remote indicators of the VYSP-75T landing systems.

Keywords: software and hardware complex, experimental operation, quality indicators, test methods, remote indicators of the landing system.

З метою покращення характеристик візуального сприйняття інформації з виносного індикатора системи посадки ВІСП-75Т було розроблено новітній цифровий програмно-апаратний комплекс “Цифра-Р”. Для оцінки показників якості необхідно проведення дослідної експлуатації. З цією метою на місцях групи керівництва польотами командно-диспетчерського пункту було розгорнуто та підготовлено для проведення дослідної експлуатації програмно-апаратний комплекс “Цифра-Р” (блоків ЦИФРА-Р-БС-РСБН, ЦИФРА-Р-І-РСБН та ЦИФРА-Р-БС-ДРЛ з активним каналом), як складової виносного індикатора системи посадки ВІСП-75Т, які підключаються до РСР-6М2 та РСБН-4Н.

При вирішенні завдань оцінювання показників якості, виявлення конструктивних недоробок, виробничих дефектів та експлуатаційних недоліків дослідних зразків блоків програмно-апаратного комплексу “Цифра-Р” та визначення можливості їх подальшого застосування як функціонального доповнення виносних індикаторів систем посадки ВІСП-75Т потрібна розробка та затвердження програм та методик дослідної експлуатації блоків Цифра-Р-БС-РСБН, Цифра-Р-І-РСБН, Цифра-Р-БС-ДРЛ з активним каналом програмно-апаратного комплексу “Цифра-Р”.

Методика дослідної експлуатації блоків програмно-апаратного комплексу “Цифра-Р” містить до себе:

1. Призначення та галузь застосування.
2. Нормативні документи.
3. Методи випробувань.
4. Порядок проведення випробувань.
5. Вимоги безпеки.
6. Вимоги до кваліфікації оператора.
7. Вимоги до умов проведення дослідної експлуатації.
8. Обчислення результатів.

9. Подання результатів проведення дослідної експлуатації.

10. Контроль достовірності результатів вимірювань.

Методи випробувань.

1. Перевірка показників якості проводиться методом порівняння відображення радіонавігаційної інформації (міток цілей від повітряних суден, позначок контрольно-виносного пристрою РСБН-4Н, міток азимуту, міток дальності та ін.) на моніторі цифрового індикатора РСБН (ЦИФРА-Р-І-РСБН) та на індикаторі навігаційному ВІСП-75Т та аналізу отриманих даних.

2. Перевірка функціоналу програмного забезпечення проводиться шляхом порівняння реалізованого функціонала спеціалізованого програмного забезпечення і функціоналу, визначеному в технічному завданні на розробку цифрового індикатора РСБН програмно-апаратного комплексу “ЦИФРА-Р”.

Порядок проведення випробувань.

1. Перевірка комплектності блоків ЦИФРА-Р-БС-РСБН та ЦИФРА-Р-І-РСБН програмно-апаратного комплексу “ЦИФРА-Р” на відповідність експлуатаційно-технічній документації.

2. Перевірка відображення радіонавігаційних даних.

Перевірка даних (координатної інформації про місцеположення ПвС) проводиться шляхом спостереження за радіонавігаційною обстановкою, яка відображається на екранах монітору цифрового індикатора РСБН (блок ЦИФРА-Р-І-РСБН) та індикатора навігаційного ВІСП-75Т, та оцінки якості відображення МЦ від ПвС.

3. Перевірка функціоналу програмного забезпечення.

4. Перевірка експлуатаційно-технічної документації дослідного зразка блоків ЦИФРА-Р-БС-РСБН та ЦИФРА-Р-І-РСБН програмно-апаратного комплексу "ЦИФРА-Р".

Вимоги безпеки.

При проведенні дослідної експлуатації повинні виконуватись вимоги техніки безпеки, що встановлюються в інструкціях з експлуатації радіоелектронних засобів спеціальних користувачів, а також загальні вимоги техніки безпеки при виконанні робіт на електрообладнанні згідно з ДСТУ 7237:2011.

Вимоги до кваліфікації оператора.

До проведення дослідної експлуатації та обробки результатів допускаються особи, які мають вищу спеціальну освіту та засвоїли вимоги техніки безпеки, пройшли відповідний інструктаж і засвоїли дану методiku.

Вимоги до умов проведення дослідної експлуатації.

Описані умови при яких проводиться дослідна експлуатація.

Обчислення результатів.

Для обчислення результатів щодо оцінки якості відображення відміток про повітряні судна необхідно визначити імовірність виявлення цілей.

Значення імовірності виявлення для кожного розглянутого відрізка маршруту польоту P_i отримується шляхом визначення кількості наявних міток цілей на відрізок i -го маршруту та ділення одержаного результату на загальну кількість спостережень (кількість наявних (виявлених) цілей плюс кількість пропуску цілей).

Подання результатів проведення дослідної експлуатації.

За результатами проведення дослідної експлуатації складається Акт проведення дослідної експлуатації блоків ЦИФРА-Р-БС-РСБН, ЦИФРА-Р-І-РСБН та ЦИФРА-Р-БС-ДРЛ з активним каналом програмно-апаратного комплексу “ЦИФРА-Р”, до якого додається Протокол проведення дослідної експлуатації блоків ЦИФРА-Р-БС-РСБН та ЦИФРА-Р-І-РСБН програмно-апаратного комплексу “ЦИФРА-Р”.

Контроль достовірності результатів вимірювань.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Результати дослідної експлуатації вважаються задовільними, якщо визначені показники якості та експлуатаційні характеристики дослідних зразків блоків ЦИФРА-Р-БС-РСБН та ЦИФРА-Р-І-РСБН відповідають вимогам технічних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ В 15.211-78 Порядок розробки програм і методик випробувань дослідних зразків виробів. Основні положення.
2. ГОСТ В 15.210-78 Випробування дослідних зразків виробів. Основні положення.
3. ДСТУ 2853-94 Програмні засоби ЕОМ. Підготовка та проведення випробувань.
4. ДСТУ 2762-94 Засоби радіолокаційні. Номенклатура показників якості.
5. Експлуатаційно-технічна документація РСБН-4Н.
6. Експлуатаційно-технічна документація ВИСП-75Т.
7. Експлуатаційно-технічна документація виробу Е-327.

Воронов Дмитро Миколайович – кандидат технічних наук, заступник начальника науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: grot.hot.mail@gmail.com

Костенко Ігор Леонідович – кандидат військових наук, начальник науково-дослідного управління, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ilk69@ukr.net

Лопатін Андрій Вікторович – старший науковий співробітник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ander95ms@ukr.net

Кулик Олександр Петрович – кандидат військових наук, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: apkul1@gmail.com

Павліченко Олександр Андрійович – науковий співробітник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: olexa_2017@gmail.com

Dmytro Voronov – candidate of technical sciences, deputy of chief of the research department, of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: grot.hot.mail@gmail.com

Ihor Kostenko – candidate of military sciences, head of the scientific research department, of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: ilk69@ukr.net

Andrey Lopatin – senior researcher of the scientific research department, of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: ander95ms@ukr.net

Oleksandr Kulyk – candidate of military sciences, leading researcher of the scientific research department, of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: apkul1@gmail.com

Oleksandr Pavlichenko – of the scientific research department, of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: olexa_2017@gmail.com

Є.М. Кулик

РІЗНОВИДИ, БУДОВА ТА ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЗМІВ ЗАПИРАННЯ ТА ВІДПИРАННЯ КАНАЛУ СТВОЛА ВОГНЕПАЛЬНОЇ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

Анотація

Запирання каналу ствола вогнепальної стрілецької зброї з боку його казенного зрізу – обов'язкова умова виникнення пострілу. Деталлями, що безпосередньо закривають казенний зріз каналу ствола, є: в дульнозарядній зброї - заглушка; у зброї з поздовж-ковзним затвором - чашка затвора (поглиблення на передньому торці затвора для донної частини гільзи); у револьверів - казенник або стіна рамки; у мисливських рушниць з хитними стволами - щиток колодки.

Устрій запираючого механізму визначає конструктивний тип затвору. Незважаючи на різноманітність конструктивних схем затворів, для будь-якого виду ствольної зброї характерна наявність основних базових механізмів, що виконують властиві їм технічні функції. При цьому кожен механізм виконує певний рух та забезпечує необхідні розрахункові переміщення, швидкість робочих ланок.

Ключові слова: механізм запирання, вузол запирання, затвор, ствольна коробка, дзеркало затвору, дзеркальний зазор.

Abstract

Locking the barrel of a small arms firearm from the side of its breech - a prerequisite for the occurrence of a shot. The details that directly close the breech of the barrel channel are: in muzzle-loading weapons - cap; in weapons with longitudinal-sliding shutter - the cup of the shutter (recess on the front end of the shutter for the bottom of the sleeve); revolvers - breech or frame wall; hunting rifles with rocking barrels have a pad guard.

The device of the locking mechanism determines the design type of the shutter. Despite the variety of design schemes of the shutters, any type of barrel weapon is characterized by the presence of basic mechanisms that perform their inherent technical functions. At the same time, each mechanism performs a certain movement and provides the necessary calculated movements, the speed of working links.

Keywords: locking mechanism, locking unit, shutter, receiver, shutter mirror. mirror gap

Найпростіші затвори у вигляді приставних камор були відомі вже на зорі розвитку вогнепальної зброї, ще у XV ст. Проте, поширенню казнозарядних систем довгий час перешкодив низький рівень розвитку науки і техніки. Лише у 60-х роках XIX століття, почалось переозброєння армій цими системами, чому сприяв винахід унітарних патронів, спочатку з паперовими а потім із металевими гільзами. Тоді ж були розроблені та освоєні: відкидні, клинові, кранові, хитні, та ковзні затвори. Гвинтівки з цими затворами, перевищували скорострільність систем, в порівнянні з дульнозарядною зброєю, в 5 – 6 разів.

Запираючий механізм забезпечує обтюрацію (усунення прориву порохових газів в казенній частині зброї) в момент пострілу.

Найбільш просто зачинення каналу ствола здійснюється в так званій шомпольній зброї. Тут ствол являє собою замкнуту в казенній частині трубку. Заряджання такої зброї здійснюється з дульної частини ствола: у ствол насипається порох, кладеться куля або насипається шріт, і все це заклеюється шомполлом (звідси і назва даної зброї). Запалення заряду пороху відбувається через запальний отвір, в казенній частині каналу ствола, шляхом піднесення до пороху тліючого гніту, а після винаходу капсуля, шляхом нанесення удару по ньому курком зброї.

Однак така зброя, не пристосована для використання унітарних патронів, дуже незручна, через тривалість його перезаряджання. Тому в даний час шомпольна зброя промисловістю не

випускається. Такою зброєю можуть бути виготовлені кустарно мисливські рушниці і саморобні пістолети.

Сучасна заводська зброя винятково казнозарядна, тобто така, що споряджається унітарними патронами, які надходять у ствол зброї з казенної частини (звідси і назва – казнозарядна зброя). У найпростішому виді зачинення стволів казнозарядної зброї здійснюється – копиллям (переднім щитком колодки), (рис 1) [5].

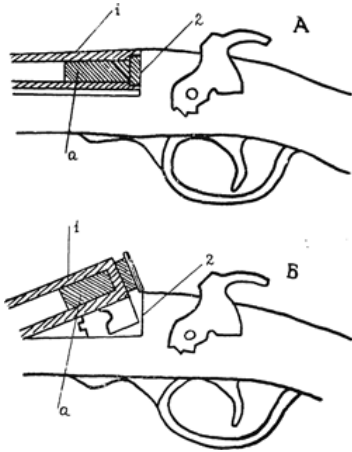


Рис. 1. Мисливська казнозарядна рушниця:

1 – ствол; 2 – копилля: (а-патрон), А – в момент пострілу (ствол закритий); Б – при перезаряджанні (ствол опущений, його казенна частина відкрита) [5].

Механізм запирання та відпирання каналу ствола – це сукупність деталей, призначених для запирання каналу ствола під час пострілу та відпирання після пострілу, для виконання подальших дії та операцій.

Вузол запирання – це, сукупність деталей, які входять в механізм запирання та відпирання каналу ствола, які, в момент пострілу забезпечують утримання гільзи в патроннику ствола [2].

Деталі вузла запирання приймають участь в перезаряджанні зброї для подальшого пострілу. Деталь затвору (може бути окремою деталлю, або бути одним цілим із затвором), за допомогою якої, наступний патрон рухається в патронник ствола, називається – досилачем. Механізм для вилучення стріляних гільз з патронника в більшості випадків монтується на затворі, та називається – механізмом екстракції, його основна деталь яка безпосередньо захоплює гільзу називається – викидачем або екстрактором.

Основною складовою вузла запирання є, **затвор** – деталь, що зачиняє безпосередньо канал ствола з казенної частини стрілецької вогнепальної зброї. Тиск порохових газів при пострілі через дно гільзи приймається затвором. [4].

Запирання та відпирання каналу ствола може здійснюватись :

- при нерухомому стволі та рухомим затвором;
- при рухомому стволі та рухомому затворі;
- при рухомому стволі та нерухомому затворі;

Відпирання та запирання каналу ствола в неавтоматичній зброї виконується за рахунок м’язової сили стрільця. В автоматичній зброї відпирання каналу ствола виконується:

- за рахунок тиску порохових газів через дно гільзи;
- за рахунок передачі вихідного тиску через отвори в каналі ствола порохових газів на поршень, з’єднаним з затвором безпосередньо, або через проміжні деталі;
- за рахунок тертя кулі об нарізи каналу ствола.

Крім запирання каналу ствола в функції затвору входить участь в перезаряджанні зброї, тобто досилання патрона в патронник, за допомогою механізму екстракції затвор виконує функцію видалення гільзи з патронника або ж вилучення патрона при розрядженні зброї [2].

Деталь, яка з'єднує затвор зі стволом та призначена для спрямування напрямку руху затвора, називається – **ствольною коробкою**. Як правило ствольна коробка має міцне роз'ємне з'єднання зі стволом [4].

Процес зчеплення затвора (бойової личинки) зі ствольною коробкою називається – запиранням затвора, а процес роз'єднання – відпиранням.

Поверхні елементів деталей, які зчеплені зі ствольною коробкою, та які приймають на себе тиск під час пострілу називаються – опорними поверхнями, а безпосередньо елементи – бойовими [2].

Дзеркало затвору – передня площина затвора, що є дном чашки затвору, в яку впирається донна частина гільзи при знаходженні патрона або гільзи в патроннику.

Дзеркальний зазор – відстань між дзеркалом затвора і дном гільзи після повного досилання патрона в патронник і замикання ствола [6].

Мінімальна величина цього зазору повинна забезпечувати можливість запирання затвору, а максимальна виключати поперечні розриви гільзи.

Виходячи з умов призначення запираючого механізму, необхідно відмітити наступні вимоги до нього :

- його деталі перш за все повинні мати достатню міцність, щоб витримувати тиск порохових газів при пострілі, що передається через дно гільзи на затвор;
- не повинен допускати прориву порохових газів, для цього величина зазору між передньою площиною затвора і дном гільзи не повинна перевищувати певної межі;
- повинен бути простим;
- повинен брати участь у перезарядженні зброї, забезпечуючи безперебійну роботу зброї, як у процесі надсилання патрона в патронник, так і при вилучення гільзи з патронника;
- симетричне щеплення затвора зі ствольної коробкою, тобто. опорні площини повинні знаходитись по обидва боки вісі каналу ствола;
- деталі затвору мають бути менших розмірів, від цього залежить розміри ствольної коробки, яка є однією з важких деталей зброї;
- виготовлення затвору не повинне ускладнювати виробничих умов зброї, для цього контури та форми деталей повинно бути найпростішим;
- при конструюванні запираючого механізму слід передбачати зносостійкість деталей і можливість усунення впливу дії зносу.

В стрілецькій зброї залежно від конструкції, характеру та напрямку руху, затвори бувають таких типів: **ковзні, хитні, клинові та інерційні**.

Ковзні затвори, у стрілецькій зброї найбільш розповсюджені (рис. 2). До них відносяться такі затвори, які перед з'єднанням зі ствольною коробкою, та після роз'єднання, здійснюють рух у напрямку осі каналу ствола, а в момент зчеплення та розчеплення прямолінійний рух можуть змінити на якийсь інший, наприклад в обертовий рух. При цьому, обертовий рух може бути різний, (навколо поздовжньої, поперечної вісі), як затвора, так і частини затвора (бойової личинки), або іншого замикаючого елемента. Ковзні затвори, дозволяють створити найкращі умови для перезарядження і компонування всіх інших механізмів зброї, а конструкцію затвору зробити простою. Недолік такого затвору полягає в тому, що довжина руху назад має бути не менше довжини патрону, це призводить до подовження ствольної коробки, та збільшення ваги зброї. Також суттєвим недоліком можна відмітити, значне зусилля при відкритті затвору [2].

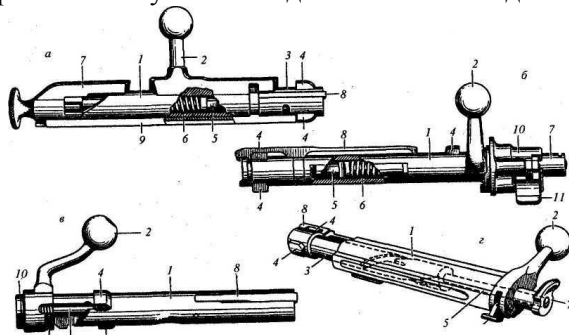


Рис. 2. Основні типи затворів неавтоматичних гвинтівок:

“А” – з ручкою, що повертається, розташованої в середній частині стебла затвора (гвинтівка Мосіна 1891 р., Росія). “Б” і “В” – із ручками, що повертаються, розташованими в задній частині стебла затвора (відповідно гвинтівки Маузера 1698 р., Німеччина, і МАС–36, Франція); “Г” – із ручкою, що має тільки прямолінійний рух (Манліхер, 1895 р.), гвинтові пази з положистим кроком, розташовані на бойовій личинці (усередині стебла затвора, показані пунктиром), при взаємодії з виступами усередині стебла затвора забезпечують оберти бойової личинки при відчиненні й зачиненні затвора: 1-стебло; 2-ручка; 3-бойова личинка; 4-бойові виступи; 5-ударник; 6-бойова пружина; 7-курок; 8-викидач; 9-сполучна планка; 10-сполучна муфта; 11-запобіжник [5].

Хитний затвор, тип затвору, який завжди зчеплений із ствольною коробкою заднім кінцем, а його передній кінець відносно казенного зрізу ствола має тільки поперечний рух.

Подібні затвори розповсюдження не отримали, оскільки вони ускладнюють принцип перезарядження зброї. Для надсилання патрона в патронник, та для вилучення гільзи з патронника необхідно створювати порівняно складні механізми, які мають діяти швидко та точно. Крім того, форма самого затвора виходить складною, внаслідок наявності криволінійних поверхонь, які спрямовують рух патрону в патронник та рух відбитої гільзи. Переваги таких типів затворів, в тому, що конструкція зброї дозволяє зробити ствольну коробку більш короткою.

Клиновий тип затворів, поступальний рух клина при зчепленні та розчепленні затвора відбувається в напрямку перпендикулярному до вісі каналу ствола, (або близьким до перпендикулярного). Конструкція такого типу затвору, дозволяє створити дуже короткий запірний механізм, але при цьому не досягається симетричного замикання. Крім того, клиновий затвор дозволяє зробити вузол запирання надзвичайно міцним, що витримує відбій потужних патронів.

В **інерційному типі затворів**, стрілецької зброї, затвор не має зчеплення зі ствольною коробкою, а тому, їх ще, називають вільними. Затвор притискається до зрізу ствола силою пружини. Надійність запирання досягається перш за все, великою вагою затвора Цей тип затворів відрізняється простою конструкцією деталей зброї, як приклад можна відмітити кожух – затвора пістолета ПМ [2].

Рух затвору в інерційних системах починається з моменту виходу кулі із дульця гільзи. Надійність роботи автоматики при різних станах поверхні патрону та гільзи забезпечується використанням патрону з короткою довжиною гільзи, відповідно невеликою масою порохового заряду. При цьому початкова швидкість снаряду невелика. Інерційне запирання широко використовується під пістолетний патрон [7].

За характером руху деталей у процесі запирання вузли запирання можна розділити на три групи:

- з поворотом запираючої деталі (затвори, бойової личинки, муфти) навколо повздовжньої осі;
- з перекосом запираючої деталі (затвора, ствола, важеля, бойових упорів, засувок) навколо поперечної осі;
- з поперечним переміщенням запираючих деталей (роликів, клинів, бойових личинок, затворів).

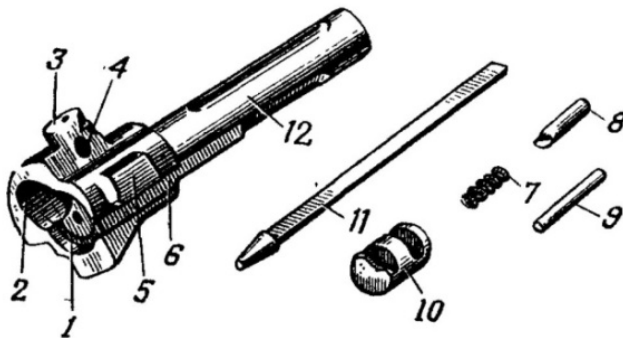


Рис. 3. Затвор (поворотна бойова личинка затвора) автомат АК-74:

- 1 – виріз для дна гільзи; 2 – виріз для викидача; 3 – ведучий виступ;
4 – отвір для вісі викидача; 5 – боєвий виступ; 6 – поздовжній паз для виступу відбивача,
7 – пружина викидача; 8 – вісь викидача; 9 – шпилька; 10 – викидач; 11 – ударник; 12 – основа затвора.

При запиранні затвора з поворотом запираючих деталей, навколо поздовжньої вісі відбувається зчеплення їх бойових виступів із бойовими упорами ствольної коробки або муфти (Рис. 3). Кількість бойових виступів визначається допустимими розмірами затвора, або бойової личинки. Найбільш поширені вузли запирання з двома бойовими виступами. Трапляються вузли з великою кількістю виступів (до 7-8). Із збільшенням числа бойових виступів зменшується кут повороту необхідний для запирання затвора. Опорні поверхні бойових виступів запираючих деталей виконують по гвинтовій лінії для полегшення відпирання затвора після пострілу.

При запиранні затвора перекосом запираючих деталей опорні поверхні однієї або двох деталей, що перекошуються, заходять за уступ ствольної коробки, чим і забезпечують запирання. Якщо деталлю що, перекошується є – затвор, то його дзеркало виконують під кутом у поперечній площині затвора рівному куту перекоосу, для забезпечення перпендикулярності площини дзеркала вісі ствола, тобто паралельності площини дна гільзи під час пострілу. Опорні поверхні запірних деталей, що перекошуються, виконують під деяким кутом, що забезпечує мінімальні витрати енергії. провідної ланки на відпирання та запирання затвора. Вузли запирання з перекосом запираючих деталей виходять порівняно довгими, тому частіше, ніж інші, викликають поперечні розриви гільз та у сучасних зразках зброї мають обмежене застосування.

При запиранні затвора поперечним переміщенням запірних деталей, відбувається таким способом, що, за опорні поверхні ствольної коробки заходять ролики, клини або сам затвор. Запірних деталей може бути одна чи дві. Найбільш поширені вузли запирання із однією запірною деталлю. При симетричному запиранні, запірною деталлю зазвичай застосовуються ролики.

В стрілецькій вогнепальній зброї найчастіше використовуються такі способи запирання каналу ствола такі як: клинове; запирання перекіс затвора; важільне; кривошипно-шатунне; запирання поворотом затвора або бойової личинки; запирання перекіс ствола. Розглянемо більш детальніше. будову та устрій.

При клиновому запиранні, зчеплення затвора зі ствольною коробкою (а отже, зі стволом) здійснюється за допомогою проміжної деталі, так званим – клином. Рух клина при зчепленні та розчепленні затвора відбувається в напрямку перпендикулярному до вісі каналу ствола (або близьким до перпендикулярного). Замикаючий клин може розташовуватися, як в передній (рис. 4), так і в задній частинах затвора (рис. 5). У першому випадку вузол запирання вийде компактним, але може взаємодіяти з механізмом подачі патронів, що знижує надійність роботи автоматики. У другому випадку вузол запирання часто має великі габарити по висоті, що змушує конструкцію зброї робити високу ствольну коробку.

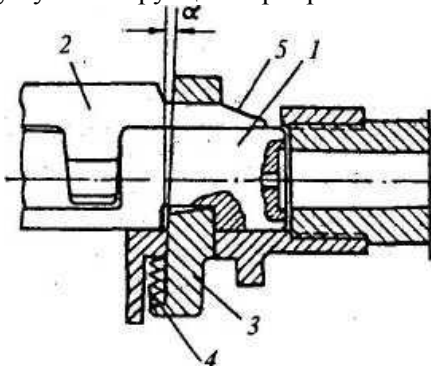


Рис. 4. Механізм запирання автоматичної гвинтівки Симонова зр.1936 року:
1 – основа затвора; 2.– стебло затвора, 3 – запираючий клин, 4 – пружина клина;
5 – похила площина стебла затвора

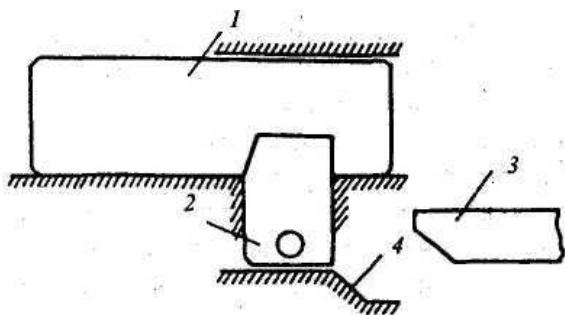


Рис. 5. Схема запираючого механізму кулемета Браунинг:
1– затвор; 2– запираючий клин; 3– нерухома вилка; 4– нерухогий короб

Механізми **запирання перекіс затвора**, отримали широке розповсюдження в стрілецькій зброї з принципом дії автоматики відведенням порохових газів.

Перекіс затвора здійснюється по різному, в залежності від пристрою механізму подачі та загальної будови механізмів. Затвор може перекошуватися праворуч, як у кулемета системи Горюнова (СДМ) зр. 1943 р., вліво, вниз, як у карабіна СКС, та в гору.

Переваги та надійність такого способу запирання полягає в простій будові пристрою з мінімальною кількістю деталей. Із недоліків, можна відмітити, значну довжину вузла запирання, труднощі у забезпеченні перпендикулярності дзеркала затвора відносно вісі каналу ствола, що відіграє роль для руху гільзи підчас пострілу (не перпендикулярність сприяє поперечним розривам гільз).

Важільне запирання. Затвор підпирається важелем (або запірними заціпками), який обертається на вісі, закріпленій на ствольній коробці. Такий спосіб запирання використовується в автоматі Федорова, де запирання здійснюється двома важілями (Рис.6).

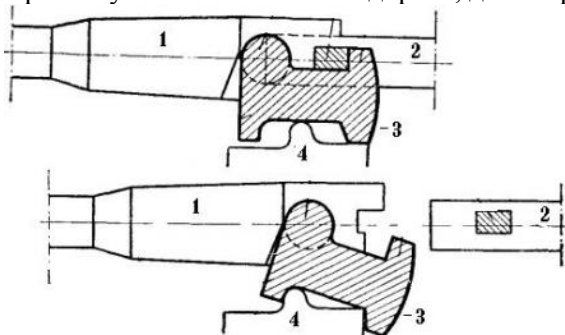


Рис.6. Схема функціонування вузла запирання автомата Федорова;
1 – ствол; 2 – затвор; 3 – запираюча личинка (одна з двох); 4 – нерухогий упор в ствольній коробці

Функціонування такого механізму запирання виникає при русі ствола назад з коротким його ходом. При русі ствола назад, важіль взаємодіючи з виступом нерухомого упору, звільняє затвор, виникає відпирання. Під час руху затвора назад, важелі залишаються в обертовому положенні, а ствол в задньому положенні. Коли затвор підходить до ствола, останній звільняється для руху в перед, як наслідок, виникає запирання затвора. Такий механізм вогнепальної стрілецької зброї дає можливість зробити невелику довжину вузла запирання [2].

Затвори із **шарнірно – підйомним з’єднанням** – за своїм устроєм мають кривошипно-підйомний механізм, у якому повзуном є затвор. Зачинення каналу ствола здійснюється кривошипним механізмом, що знаходиться в «мертвому» положенні не даючи можливості затвору відокремитись від ствола. Відпирання каналу ствола (вивід механізму з ”мертвого” положення) відбувається за рахунок порушення положення важелів, розташованих на одній прямій, шляхом перелому їх на шарнірі задніми виступами рамки пістолета, профільні поверхні яких разом із роликami виконують роль прискорювача, що і дозволяє затвору відійти (пістолет «Парабелум») [5].

Недоліки таких механізмів, це – складна будова механізму запирання, велика довжина вузла запирання і велика кількість деталей. Обробка таких деталей вузла запирання вимагає високої точності [2].

Обертання затвора або бойової личинки. При зачиненні каналу ствола зазначеним способом бойові виступи затвора (бойової личинки) при його обертанні входять у кільцеві пази нерухомої частини зброї (Рис. 7). Тип даного замикаючого механізму використовується в пістолеті Фроммер «STOP».

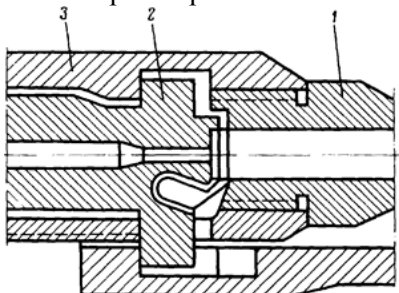


Рис. 7. Схема запираючого механізму поворотом затвора:

1 - ствол; 2 - затвор із бойовими виступами; 3 - коробка ствола.

Бойові виступи (личинки) при повороті входять у кільцеві пази нерухомої частини зброї (Фроммер "STOP") [5].

Ефективність бойового застосування, надійність і якість систем ствольної зброї безпосередньо залежать від функціональних можливостей механізмів, що забезпечують виникнення пострілу та процес автоматичного перезарядження. Конструктивне поєднання цих механізмів утворює – **затвор**, як невід’ємну частину будь-якого зразка озброєння.

Жорсткі умови під час пострілу зумовили такі вимоги до затвора: він повинен бути достатньо міцним, щоб витримувати тиск порохових газів, які передається через дно гільзи, та удари, при його відпиранні та запиранні; не повинен допускати поперечного розриву гільзи, для чого проміжок між дзеркалом закритого затвора і казенним зрізом стовбура протягом усього терміну служби зброї не повинен перевищувати певного значення.

Викладений матеріал дозволяє вивчити та засвоїти: поняття, будову, принципи роботи, механізмів запирання та відпирання каналу ствола. Освоїти матеріальну частину, як механізмів в цілому, так і окремих його складових частин. Стаття детально і в достатній мірі проілюстрована, рисунками, що дає змогу поглибленого засвоєння матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кириллов В. М. – Основы устройства и проектирования стрелкового оружия. Пенза: Пензенское высшее артиллерийское инженерное училище, 1963.
2. Бабак Ф. К. – Основы стрелкового оружия. Спб.: Полигон, 2003.– 253 с.
3. Благонравов А. А. – Основы проектирования автоматического оружия. М.: Оборонгиз, 1940. – 484 с.
4. Материальная часть стрелкового оружия / Под ред. А.А. Благонравова. М., 1945. – Т.1-2. – 564 с.
5. Кофанов А.В., Сулява О. Ф., Арешонков В.В., – Судово-балістичні дослідження, Курс лекцій Київ 2010. – 196 с.
6. Кофанов А.В., Кофанова О.С. Криміналістичне дослідження вогнепальної зброї, патронів та слідів пострілу (судова балістика) : практикум. Київ : УкрДГПІ, 2018. – 100 с.
7. Алферов В. В. — Конструкция и расчет автоматического оружия. Пенза, 1977 год. – 248 с.

Кулик Євген Михайлович – судовий експерт сектору балістичного обліку відділу криміналістичних видів досліджень Вінницького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, e-mail: kulikevgen88@gmail.com

Kulyk Yevhen Mikhailovich – expert of the ballistic accounting sector of the department of forensic researches of the Vinnytsia Scientific-Research Experimental Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, e-mail: kulikevgen88@gmail.com

Є.В. Карманний, В.А. Лупандін, О.М. Сотніков, В.Ю. Тюріна

ФОРМУВАННЯ ЕТАЛОННИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Анотація

Показано необхідність пошуку раціонального способу формування бази даних щодо поверхні візування з урахуванням особливостей побудови та функціонування кореляційно-екстремальних систем навігації повітряних мобільних роботів. Запропоновано використовувати інваріанти, отримані на основі кореляційного аналізу сцени за показником яскравості. Наведено результати оцінки якості сформованих селективних еталонних зображень для різних за об'єктовим наповненням сцен в умовах обмежень на час та обсяг обчислень.

Ключові слова: повітряний мобільний робот, поверхня візування, селективне зображення, кореляційний аналіз, база даних.

Abstract

It is shown the necessity of finding a rational manner of forming a database regarding the viewing surface taking into account the peculiarities of construction and operation of the correlation-extremal navigation systems of the aerial mobile robots. It is proposed to use the invariants, obtained on the basis of the correlation analysis of the scene according to the brightness indicator. The results of the quality assessment of the formed selective reference images for scenes with different object content in the conditions of limitations on the time and amount of calculations are given.

Key words: aerial mobile robot, viewing surface, selective image, correlational analysis, database.

Особливості польоту мобільних роботів (МР) обумовлюють необхідність формування спеціальної бази даних, за допомогою якої буде можлива підготовка еталонних зображень (ЕЗ) з урахуванням обмежень, які накладаються і не призводять до погіршення точності та надійності функціонування їх системи навігації. Істотне значення має при цьому об'єктовий склад поверхні візування (ПВ) з різними інформативними ознаками, які можуть мати нестабільний характер під впливом різних зовнішніх факторів, а також нестабільність умов формування зображень. Урахування цих чинників призводить до необхідності проведення досліджень та пошуку раціонального способу формування бази даних про поверхню візування для навігації МР з урахуванням особливостей побудови, функціонування та розв'язуваних завдань кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕСН). Зазначені питання з певними обмеженнями та в інших ракурсах досліджувались у роботах [1, 2, 3].

Формування бази даних про об'єктовий склад ПВ передбачає використання та обробку знімків земної поверхні з метою виділення інформативних ознак об'єктів ПВ, необхідних для функціонування систем вилучення інформації. Корисна інформація, одержувана в процесі дистанційного зондування, полягає у визначенні яскравісних, контрастних, структурних (геометричних) інформативних параметрів, розподіл яких у межах ПВ представляється у вигляді відповідних інформаційних полів.

У роботі запропоновано здійснювати кореляційний аналіз зображення методом "ковзного вікна" (КВ). Суть методу "ковзного вікна" полягає у загальному аналізі пікселів зображення, які "покриваються" деякою двовимірною, як правило, квадратною, областю, кінцевого розміру. Всі пікселі зображення, які потрапляють до сектора порівняння, обробляються відповідно до класичного кореляційного алгоритму. Результатом обробки є яскравість пікселя вихідного зображення або елемент двовимірної матриці результатів перетворення, який відповідає центру вікна. Далі вікно зміщується на один піксель і обробка повторюється. Процес обробки завершується, коли вікно буде зміщено на всі можливі значення в межах зображення. Якщо для здійснення кореляційного аналізу зображення по яскравості як "ковзного вікна" по черзі використовувати фрагменти самого вхідного зображення, то результатом такої обробки буде набір значень взаємно кореляційних функцій (ВКФ) фрагментів зображення та зображення в цілому. Це необхідно для отримання селективного ЕЗ, яке включатиме лише ті фрагменти зображення, які важливі з точки зору збереження кореляційної залежності між вихідним зображенням і ЕЗ, що формується. Таким чином, для здійснення кореляційного аналізу зображення по яскравості як "ковзного вікна", по черзі пропонується використовувати фрагменти вихідного зображення розміром $M_w \times N_w$ (M_w , N_w -розміри ковзного вікна в пікселях). Кожен

наступний фрагмент зображення ("вікно") зміщується щодо попереднього на один піксель по горизонталі (вертикалі). Такий підхід до формування селективних зображень ПВ може бути застосований на користь формування набору вихідних даних, що наповнюють базу даних з урахуванням як геометрії візування, так і особливостей об'єктового складу самої сцени. Для визначення доцільності застосування пропонованого підходу формування селективних ЕЗ проаналізуємо залежність якості зображення від об'єктового наповнення сцени.

Для оцінки якості еталонної інформації будемо використовувати взаємну кореляційну функцію вихідного зображення (ВЗ) та сформованого бінарного селективного зображення:

$$K_{CCF}(i,j)_{mn} = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [S_{OI}(i,j)S_W(i+m,j+n)], \quad (1)$$

де K_{CCF} – дискретна двовимірна ВКФ;

M, N – розміри ВЗ у пікселях;

$m=[0, \dots, M-M_W], n=[0, \dots, N-N_W]$ – зміщення (зсув) ковзного вікна (КВ) щодо ВЗ;

$S_{OI}(i,j), S_W(i,j)$ – яскравість (інтенсивність сірого) ВЗ та КВ у точці з координатами (i, j) .

Отримана матриця називається полем кореляційного аналізу (ПКА). За умови, що в процесі оцінки інформативності розміри ВЗ та КВ не змінюються, максимальне значення ВКФ, що використовується, як елемент ПКА, характеризує гостроту піку ВКФ в області максимуму. Сформоване з урахуванням оцінки яскравості ПКА називатимемо полем кореляційного аналізу з яскравості (ПКАЯ).

Моделювання здійснюватимемо на основі зображень ПВ з насиченим об'єктовим наповненням, що відповідає типовим умовам міської інфраструктури та зображень різнорідного ландшафту. Вплив випадкових чинників формування зображень врахуємо шляхом вибору ступеня кореляційного зв'язку між ВЗ і селективним ЕЗ лише на рівні від 0,5 до 0,7.

В результаті проведених досліджень з прийнятими обмеженнями здійснено моделювання формування ЕЗ для систем навігації МР. Отримано ВЗ (наведено на рис. 1), бінарне ЕЗ (рис. 2), та їх ВКФ (рис. 3).

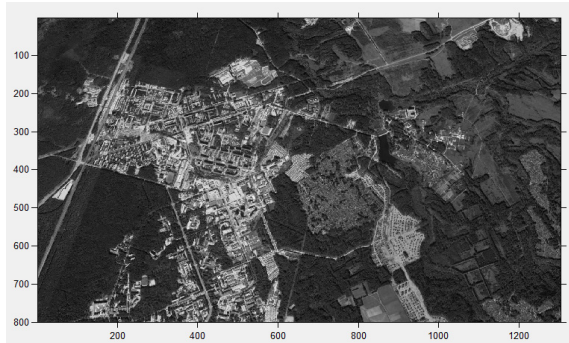


Рис. 1. Вихідне зображення (ВЗ).

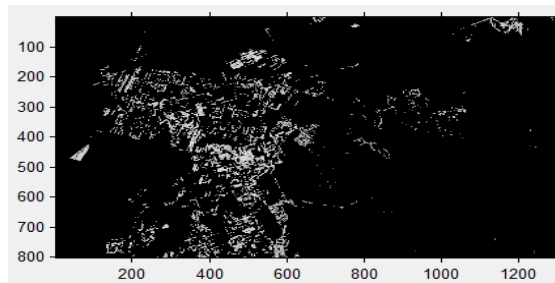


Рис. 2. Бінарне селективне еталонне зображення (ЕЗ) при рівні перетину ПКА 0,7 до рисунку 1.

Таким чином, при кореляційному зв'язку між ВЗ та їх селективними зображеннями, що лежить у межах 0,6...0,7, матиме місце унімодальна ВКФ. Це означає, що для формування ЕЗ до бази даних досить закладати не самі вихідні зображення ПВ, а їх селективні зображення. При цьому розкид у кореляційному зв'язку між селективними зображеннями для виключення аномальних помилок визначення положення МР за допомогою КЕСН може становити від 0,6 до 1.

Аналіз результатів чисельного моделювання з урахуванням зміни ракурсів МР показує можливість використання для інформаційного наповнення бази даних сукупності бінарних селективних зображень, що дозволить істотно знизити обсяг бази даних, забезпечити (з використанням інформації у запропонованому вигляді) високі точнісні характеристики системи навігації МР, зменшити кількість операцій при формуванні вирішальної функції системою навігації.

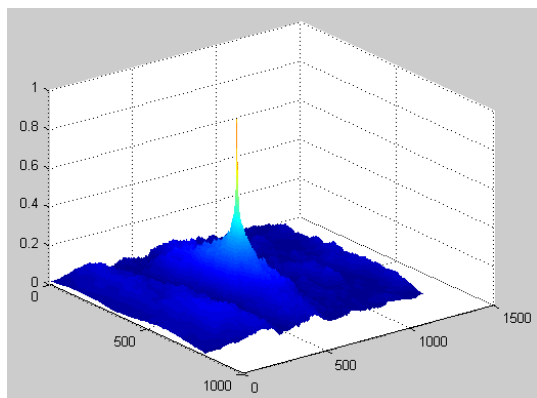


Рис. 3. Взаємно кореляційна функція (ВКФ) вихідного зображення (ВЗ) та його селективного еталонного зображення (ЕЗ).

В результаті досліджень принципів формування та наповнення бази даних для навігації МР в умовах оперативної зміни маршруту польоту показано доцільність застосування інформаційного наповнення бази даних інваріантів, отриманих на основі сукупності бінарних селективних зображень.

Встановлено, що кореляційний зв'язок між інформаційним наповненням бази даних та сукупністю ЕЗ може перебувати в межах 0,5...0,7, що дозволить формувати систему навігації унімодальну вирішальну функцію та забезпечити необхідні точнісні характеристики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. V. Antyufeev. Matrix radiometric correlation-extreme navigation systems for aircraft: monograph Ukraine, Kharkov: KhNU V.N. Karazin, 372 p.
2. A. Sotnikov, V. Tarshyn, N. Yeromina, S. Petrov, N. Antonenko. A method for localizing a reference object in a current image with several bright objects, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. № 9 (87). pp. 68–74. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.101920.
3. N. Yeromina, S. Petrov, A. Tantsiura, M. Iasechko, V. Larin. Formation of reference images and decision function in radiometric correlation-extremal navigation systems, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. Vol.4, No.9 (94). – pp. 27–35. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.139723.

Карманний Євгеній Вадимович – кандидат техн. наук, доцент, старший науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: evgkarm.scientif@gmail.com

Лупандін Володимир Анатолійович – кандидат техн. наук, старший науковий співробітник, заступник начальника наукового центру Повітряних Сил з наукової роботи, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vlupandin@ukr.net

Сотніков Олександр Михайлович – доктор техн. наук, професор, провідний науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: alexsot@ukr.net

Тюріна Валерія Юрївна – ад'юнкт, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: valery.kharkiv@gmail.com

Karmanny Yevhenii V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Research Associate, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: evgkarm.scientif@gmail.com

Lupandin Volodymyr A. – Candidate of Technical Sciences, Senior Research, Deputy Chief of the Air Force Research Center from Scientific Work, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: vlupandin@ukr.net

Sotnikov Oleksandr M. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Lead Research, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: alexsot@ukr.net

Tiurina Valeriia Yu. – PhD student (full-time), Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: valery.kharkiv@gmail.com

І.А. Нос, К.П. Квіткін, М.О. Попов

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ ПРОТИДІЇ ЗАСОБАМ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

***Анотація.** У доповіді розглянуто пропозиції щодо структури та особливостей експлуатації системи відеоспостереження, яка призначена для отримання інформації про засоби повітряного нападу та її передачі силам та засобам протидії.*

Ключові слова: відеоспостереження, засіб повітряного нападу, критична інфраструктура.

***Abstract.** The report considers proposals regarding the structure and features of operation of the video surveillance system, which is designed to receive information about air attack means and transmit it to countermeasures and forces.*

Keywords: critical infrastructure, means of air attack, video surveillance.

Зараз, під час відсічі збройної агресії російської федерації проти України, для порушення функціонування критичної інфраструктури країна-агресор використовує багато різноманітних засобів повітряного нападу, які з метою подолання системи протиповітряної оборони здійснюють політ на малих висотах. Ефективна протидія потребує отримання актуальної інформації про їх проліт. При цьому виникає проблема визначення координат цих засобів повітряного нападу з потрібними показниками часової оперативності та точності з подальшим передаванням цієї інформації силам та засобам протидії. В умовах обмеженості фінансових та матеріальних ресурсів для вирішення цієї проблеми можливо використовувати системи відеоспостереження (СВС).

СВС, крім вищезазначеного, можуть застосовуватися для багатьох завдань охорони та виявлення, серед яких можуть бути:

- отримання відеоінформації про повітряну, наземну та надводну обстановку;
 - здійснення заходів охорони інфраструктурних і військових об'єктів, аеродромів, баз, арсеналів та складів, протидії диверсійно-розвідувальним силам противника;
 - виявлення, розпізнавання та визначення координат об'єктів противника;
 - здійснення оцінки результатів вогневого ураження об'єктів, військ (сил) противника;
 - отримання відеоматеріалів, які розкривають характер можливих дій противника.
- Відповідно від ієрархії важливості завдань, доцільно оптимізувати структуру СВС.

При створенні СВС доцільно розглядати інформаційну інфраструктуру, яка є в наявності. Можливе встановлення пунктів системи відеоспостереження (ПСВС) на щоглах мобільного зв'язку, що дозволяє розташовувати відеокамери на достатній висоті, а також підключати обладнання до телекомукаційних мереж, які вже заведені на ці щогли. Для створення на найбільш загрозливих напрямках та рубежах більш щільної мережі спостережних ПСВС потрібно встановлювати додаткові щогли СВС з створенням відповідних телекомукаційних мереж. Вибір місць встановлення потрібно здійснювати з огляду на створення зони виявлення засобів повітряного нападу з мінімально припустимими за розміром та конфігурацією сліпими зонами. Для обрання місць розташування щогл ПСВС, їх висот, особливостей розміщення антен апаратури широкосмугового передавання даних необхідно враховувати особливості рельєфу та флори місцевості, які суттєво відрізняються для різних регіонів України. Наприклад, для південних територій України властиві степи, а для Волинської області – ліси з висотою дерев до 25 метрів [1], що обумовлює різні підходи до розгортання ПСВС. Для розрахунку профілів місцевості можливо використовувати програмне забезпечення ISP Design Center [2]. На найбільш відповідальних напрямках або у деякі часові інтервали можливе використання безпілотних літальних апаратів з встановленими на них відеокамерами.

Під час створення СВС її структуру доцільно поділяти на:
підсистему управління технічними засобами;

підсистему обробки та відображення відеоінформації;
підсистему телекомунікаційної мережі СВС;
підсистему керування оглядом відеокамер ПСВС.

Підсистема управління програмно-апаратними засобами здійснює:
контроль за функціонуванням програмно-апаратних засобів підсистем СВС та сповіщення технічного персоналу про порушення працездатності;
автоматичну зміну конфігурації підсистем СВС для підтримання працездатності при виникненні відмов.

Підсистема обробки та відображення відеоінформації здійснює:
аналітичну обробку вхідної відеоінформації, формування вихідних даних та видачу їх відповідним особам для прийняття рішень;
адресну видачу обробленої інформації визначеним користувачам;
відображення та зберігання інформації відеоспостереження.

Підсистема телекомунікаційної мережі СВС здійснює:
адекватну захищеність каналів зв'язку та інформаційних систем, їх сервісів та електронних засобів (комплексів) від всіх категорій загроз, у тому числі тих, що виникають в кіберпросторі;
інтеграцію з інформаційними системами різного призначення для розширення можливостей, зокрема тими, що отримують інформацію від програмного забезпечення для смартфонів «ППО [3], чат-бота «Ворог (Дія) та інших.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маринич О. М. Полісся // Географічна енциклопедія України : [у 3 т.] / редкол.: О. М. Маринич (відповід. ред.) та ін. — К. : ДП «Всеукраїнське державне спеціалізоване видавництво „Українська енциклопедія“ імені М. П. Бажана», 1993. — Т. 3 : П – Я. — С. 56. — 480 с.
2. ISP Design Center / [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://ispdesign.ui.com>.
3. «ППО Спостерігач» / [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://epo.quick.ua>.

Нос Іван Андрійович – кандидат технічних наук, начальник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: nia170383@gmail.com

Квіткін Костянтин Петрович – науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: kostakit2000@gmail.com

Попов Максим Олександрович – науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: kostakit2000@gmail.com

Ivan Nos – Ph.D., head of the research department of the scientific research department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: nia170383@gmail.com

Kostyantyn Kvitkin – researcher of the Research Department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: kostakit2000@gmail.com

Maxim Popov – researcher of the Research Department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: po4ta114@ukr.net

І.М. Ніколаєв

АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ЗАКОРДОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ СТВОРЕННЯ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Анотація.

Аналізуються основні тенденції розвитку технологій у сфері зенітного ракетного озброєння. Показано, що сучасний етап розвитку зенітного ракетного озброєння здійснюється в діалектичному протистоянні засобів повітряного нападу і засобів оборони. Для парирування погроз, витікаючих від сучасних засобів повітряного нападу, повинна розвиватися технологічна база в сферах створення інформаційно-розвідувальних засобів, виконавських елементів зразків зенітного ракетного озброєння, засобів управління зброєю і військами. Показано, що впровадження сучасних технологій повинно здійснюватися на основі принципів універсальності та уніфікації побудові систем і комплексів зенітного ракетного озброєння різної дальності дії.

Ключові слова: зенітне ракетне озброєння, засіб повітряного нападу, тенденція, технологія, розвиток, універсальність, уніфікація

Abstract

The report analyzes the main trends in the development of foreign technologies in the field of anti-aircraft missile weapons. It is shown that the current stage of development of anti-aircraft missile weapons is carried out in a dialectical confrontation between air attack and defense means. There is a comprehensive expansion of the scope of air attack weapons on cover objects, the boundaries between aerodynamic and ballistic attack weapons are blurring, the type is expanding - from manned and unmanned aerodynamic weapons for various purposes to hypersonic aircraft and low visibility ballistic missiles. It is shown that in order to counter the threats posed by modern air attack weapons, the technological base for the creation of advanced anti-aircraft missile weapons should be developed in the areas of creating information and reconnaissance means, actuating elements of anti-aircraft missile weapons, weapons and troops control systems. The introduction of modern technologies should be carried out on the basis of the principles of universality and unification of the construction of systems and complexes of anti-aircraft missile weapons of different ranges.

Key words: anti-aircraft missiles, means of air attack, trend, technology, development, versatility, unification

Досвід розвинених країн свідчить, що системи і комплекси зенітного ракетного озброєння (ЗРО) відносяться до найбільш інтелектуальних і високотехнологічних видів військової техніки. Тому можливість їх створення і виробництва, а також володіння на промисловому рівні передовими технологіями, вважаються одними з найважливіших показників рівня розвитку оборонної промисловості держави [1]. Показано, що сучасний етап розвитку технологій, необхідних для створення сучасних систем і комплексів ЗРО, обумовлений зростанням ролі засобів повітряного нападу (ЗПН) у сучасній війні. Відбувається всеосяжне розширення сфери дії ЗПН по об'єктах прикриття, йде стирання меж між аеродинамічними і балістичними засобами нападу, які можуть функціонувати в атмосфері, перехідному шарі і через космос. Розширюється типаж ЗПН - від пілотованих і безпілотних аеродинамічних засобів різного призначення до гіперзвукових літальних апаратів і балістичних ракет з малим рівнем помітності. Відповідно нарощуванню можливостей ЗПН з метою парирування його потенційної переваги повинна розвиватися технологічна база створення перспективного ЗРО. Показано, що найбільш важливими технологіями у сфері ЗРО, які інтенсивно розвиваються за кордоном, є технології:

- комплексування різнодіапазонних (діапазони частот X, C, S, L, UHF) радіолокаційних засобів у складі одного зразка ЗРО для своєчасного виявлення ЗПН різного типу (з урахуванням їх сфер дії, величини ЕПР і льотно-технічних характеристик) і точного визначення їх координат;

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

- створення високоефективних засобів пасивної радіолокації – радіотехнічної розвідки (РТР), зокрема малогабаритних, дозволяючих комплексувати їх в одному зразку озброєння із засобами активної локації;

- створення активних і цифрових ФАР з одночасним освоєнням GaN-технологій створення приймально-передавальних модулів, що забезпечується розширення смуги пропускання приймальних пристроїв до 10–15 % від несучої частоти, та технології просторово-часової обробки радіолокаційних сигналів;

- створення оптико-електронних засобів (ОЕЗ), що забезпечують виявлення і високоточне супроводження цілей в умовах інтенсивних перешкод радіолокаційним засобам.

- створення для сучасних зенітних керованих ракет (ЗКР) високопотенційних активних головок самонаведення з відносно малим діаметром антенного полотна, високоенергетичних порохів та малогабаритних бортових навігаційних і обчислювальних засобів, які дозволять зменшити мідель ЗКР та забезпечить підвищення швидкості ракет в атмосфері до 2000–3000 м/с;

- вдосконалення бортових пеленгаторів та інерційних навігаційних систем ЗКР, застосування високопродуктивних бортових обчислювачів, що дозволить знизити величину промаху ЗКР до одиниць метрів;

- створення високопродуктивних спецобчислювачів і обчислювальних машин загального призначення, а також ефективних алгоритмів обробки інформації, що дозволяють вирішувати весь спектр обчислювальних завдань, – від обробки локаційних сигналів в реальному часі, розпізнавання цілей і зав'язки трас, до вирішення завдань оптимального розподілу вогневих та інформаційних ресурсів в динаміці бойових дій протиборчих сторін;

- єдиного інформаційно-управляючого середовища, яке дозволяє на порядок підвищити перешкодозахит ЗРО та живучість системи управління військами і бойовими діями;

- інтеграції інформації від засобів протиповітряної оборони в автоматизованих системах управління стратегічного, оперативного і тактичного рівнів, що дозволить скоротити час на ухвалення рішень і підвищити ефективність бойових дій угруповань зенітних ракетних військ.

У доповіді аналізується сутність кожної технології та розглядаються шляхи щодо їх впровадження в Україні. Показано, що розвиток вказаних технологій в Україні дозволить парирувати існуючі тенденції розвитку ЗПН противника та способи їх бойового застосування.

Наявність розвиненої технологічної основи забезпечує можливість формування обрису перспективної системи ЗРО, яка дозволить парирувати існуючі тенденції розвитку ЗПН і способів їх бойового застосування. Показано, що в основу парирування можливостей ЗПН і мінімізації витрат на створення перспективної системи ЗРО повинні бути покладені принципи універсальності та уніфікації побудови систем і комплексів ЗРО різної дальності дії. Конструктивно-технічне вдосконалення систем (комплексів) ЗРО на основі впровадження передових технологій забезпечить значне підвищення рівня їх тактично-технічних характеристик та ефективне прикриття об'єктів і військ від ударів сучасних засобів повітряного нападу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Генев Б.А., Лук'янчук В.В., Николаєв І.М. Пріоритетний розвиток технологічного базису – основа розвитку зенітного ракетного озброєння в Україні // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2021. – № 2(43). – С. 80-86. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.43.11>.

Ніколаєв Іван Михайлович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, Україна, orcid.org/0000-0002-1250-9918, e-mail: imnikolayev@gmail.com

Ivan Nikolaev – Candidate of Sciences, Senior Research, leading research worker of scientific center of Aircrafts Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, orcid.org/0000-0002-1250-9918, e-mail: imnikolayev@gmail.com

І.А. Таран, В.В. Ларін, П.М. Піонтківський

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ТА ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОБІТ, ЯКІ ПОВ'ЯЗАНІ ЗІ СТВОРЕННЯМ (МОДЕРНІЗАЦІЄЮ) ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

***Анотація.** Запропонована методика визначення пріоритетності науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, які пов'язані зі створенням (модернізацією) озброєння та військової техніки. Наведені показники та критерії для визначення актуальності та важливості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, порядок визначення бальних оцінок окремих показників з використанням експертного опитування. Підсумкові оцінки (пріоритети) визначаються з використанням функції переваг Харінгтона.*

Ключові слова: озброєння і військова техніка, науково-дослідна робота, дослідно-конструкторська робота, актуальність, пріоритетність, експертне опитування.

***Abstract.** It is proposed a methodology for determining the priority of scientific research (research and design) works related to the creation (modernization) of weapons and military equipment. The indicators and criteria for determining the relevance and importance of scientific research (research and design) works are given. The procedure for determining these indicators using an expert survey is given. The Harrington transformation is applied when final score (priority) is calculated.*

Keywords: weapons and military equipment, scientific research work, research and development work, topicality, priority, expert assessment.

Агресія російської федерації проти України значно загострила потреби Збройних Сил (ЗС) України та інших складових сил оборони в сучасних зразках озброєння та військової техніки (ОВТ). Відповіддю на цей виклик стало істотне зростання пропозицій новітніх розробок оборонного призначення від вітчизняної науки й промисловості. Проте, необхідність раціонального використання ресурсів, що виділяються державою на оснащення ЗС України сучасними зразками ОВТ, потребує чіткого визначення пріоритетності напрямів наукових досліджень та науково-технічних розробок, реалізація яких дозволить військам набути необхідних спроможностей з надання відсічі збройній агресії. В цих умовах актуальною є розробка методики визначення пріоритетності науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, які пов'язані зі створенням (модернізацією) ОВТ (далі - НДДКР).

Визначення пріоритетності НДДКР являє собою задачу багатокритеріального вибору оптимального рішення з числа альтернативних. Найбільш простим рішенням для комплексної оцінки багатомірної системи є використання експертного опитування для визначення експертних оцінок окремих показників та розрахунок інтегрального показника пріоритетності, визначення якого базується на поєднанні експертних оцінок окремих показників у вигляді середньоарифметичного або середньозваженого значення [1,2]. Недоліками існуючих підходів є, по-перше, використання шкал різної довжини, що не дозволяє здійснювати адитивну згортку показників для отримання інтегрального показника пріоритетності, по-друге – наявність помилок в оцінках значень окремих показників експертами, викликаних дією закону Вебера-Фехнера [3], згідно з яким психологічна оцінка показника експертом нелінійно пов'язана з величиною цього показника. Вирішення задачі багатокритеріального вибору оптимального рішення з числа альтернативних також можливе з застосуванням методу аналізу ієрархій (МАІ) [4-6]. Недоліком використання МАІ при вирішенні задачі визначення пріоритетності НДДКР являється складність обробки результатів експертного опитування та значне зростання обсягу розрахунків при зростанні кількості НДДКР, що оцінюються. Зручним способом визначення інтегрального показника пріоритетності є використання узагальненої функції переваг Харінгтона та відповідної вербально-числової шкали переваг [7] для встановлення відповідності між фізичними і психофізичними значеннями бальних оцінок показників. У роботі [8] описано порядок використання узагальненої функції переваг

Харінгтона при оцінюванні наукових і науково-технічних проєктів. Такий підхід виключає психологічні помилки в оцінках експертів, в той же час використання адитивної згортки допускає взаємну компенсацію бальних оцінок окремих показників. При цьому високий рівень пріоритету може бути наданий науковому (науково-технічному) проєкту при неприпустимо низькому рівні його окремих показників.

Запропонована методика визначення пріоритетності НДДКР (рис.1). Використовується експертне опитування групою експертів (5-11 фахівців). Визначені показники та критерії актуальності та важливості НДДКР, порядок проведення експертного опитування для визначення бальних оцінок показників, порядок приведення бальних оцінок показників до вербально-числової шкали Харінгтона, порядок розрахунку інтегрального показника (підсумкової оцінки) пріоритетності НДДКР, впорядкування переліку НДДКР за їх підсумковими оцінками (пріоритетами).

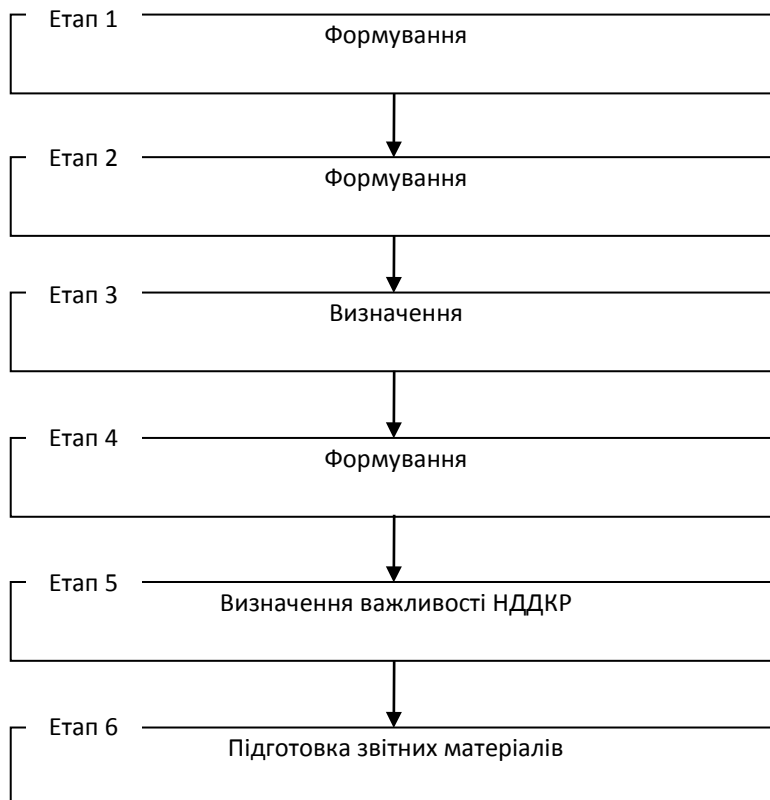


Рис.1. Порядок визначення пріоритетності НДДКР

Для визначення актуальності НДДКР використовуються показники:

A_1 – ступінь відповідності перспективного зразка ОВТ вимогам, що висуваються до зразків ОВТ даного типу;

A_2 – ступінь новизни перспективного зразка ОВТ;

A_3 – ступінь збереження актуальності технічних рішень, які застосовуються для створення перспективного зразка ОВТ, протягом життєвого циклу;

A_4 – ступінь довіри світових та вітчизняних виробників ОВТ до виконавця НДДКР.

Для визначення важливості НДДКР використовуються показники:

B_1 – ступінь впливу перспективного зразка ОВТ на ефективність виконання бойових завдань в прогнозованих умовах ведення операцій (бойових дій);

B_2 – ступінь відповідності технічних рішень на створення перспективного зразка ОВТ тенденціям розвитку засобів ведення збройної боротьби;

B_3 – ступінь терміновості прийняття на озброєння перспективного зразка ОВТ для потреб ЗС України;

B_4 – орієнтовний термін завершення НДДКР;

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

B_5 – відносна вартість перспективного зразка ОВТ у порівнянні з аналогічними існуючими чи перспективними зразками.

Для визначення бальних оцінок показників експертами розроблені критерії оцінювання, при цьому використовується шкала від 1 (найнижчий рівень) до 9 (найвищий рівень), аналогічна тій, що використовується в МАІ. Усереднені значення бальних оцінок показників, отриманих в ході опитування експертів, перетворюються для приведення до вербально-числової шкали Харінгтона. Розподіл показників на дві групи (показники актуальності і показники важливості) дозволяє вже на етапі 4 (рис.1) виявити неактуальні НДДКР, які виключаються з подальшого розгляду. Для оцінювання наявності згоди в оцінках експертів проводиться їх статистична перевірка з використанням коефіцієнту конкордації Кендала.

Після визначення підсумкових оцінок (пріоритетів) НДДКР відносимо до однієї з груп пріоритетів (“дуже високий”, “високий”, “задовільний”, “низький”). Вважаємо, що НДДКР має пріоритет “дуже високий” – при $0,8 < K \leq 1,0$, “високий” – при $0,63 < K \leq 0,8$, “задовільний” – при $0,37 < K \leq 0,63$, “низький” – при $K < 0,37$ (K - значення підсумкової оцінки (пріоритету) НДДКР). Числові межі груп пріоритетів обрані відповідно до вербально-числової шкали Харінгтона [11].

Методика може бути застосована в органах військового управління при визначенні пріоритетності науково-дослідних (дослідно-конструкторських) робіт, які пов’язані зі створенням (модернізацією) ОВТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грабовецький Б.С. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 171 с.
2. Карпов, В.А. Методика оцінки ефективності науково-дослідних робіт / В.А. Карпов, Т.С. Корольова, А.З. Підгорний - Одеса: ОДЕУ, ротапринт, 2005 р. – 19 с.
3. Афанасьєв Сергій. Математична модель психофізіологічних процесів людини/ Афанасьєв Сергій, Рокутов Сергій, Хорольський Петро, Проскура Вікторія, Афанасьєва Олександра. Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту. DOI: 10.32540/2071-1476-2021-3-162
4. Саати. Т. *Принятие решений. Метод анализа иерархий* / Томас Саати. [Перевод с английского Р. Г. Вачнадзе] – М.: “Радио и связь”, 1993 – 278 с.
5. Коваль В.В. *Обґрунтування доцільного варіанту (способів) маскування військових об’єктів від технічних засобів повітряної розвідки противника з використанням методу аналізу ієрархій/ Загорка О.М., Коваль В.В. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2016. № 1(22). С. 6-8.*
6. Смірнов Є.Б. *Методика визначення важливості об’єктів прикриття з використанням методу аналізу ієрархій* / Є. Б. Смірнов, І.А. Таран, А.В. Тристан // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України : зб. наук. пр. – X. : ХУПС, 2014. – Вип.2 (15). – С.21–24.*
7. Harrington, E.C. The desirable function // *Industrial Quality Control*. – 1965. –Vol. 21. No. 10. – pp. 494-498.
8. Ю. Самохвалов. Оцінка ефективності наукових і науково-технічних проектів на основі узагальненої функції Харрінгтона/ Ю. Самохвалов О. Бурба. Системи управління, навігації та зв’язку, 2018, випуск 4(50). DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.4.077>

Таран Ігор Андрійович – к.т.н., доцент, начальник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, igortaran2009@gmail.com

Ларін Володимир Валерійович – к.т.н., доцент, начальник науково-організаційного відділу, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння і військової техніки, Чернігів, l_vv83@ukr.net

Піонтьківський Петро Миколайович – к.т.н., старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу, Житомирський військовий інститут імені С.П.Корольова, Житомир, 005mk@ukr.net

Ihor Taran – PhD in Engineering, associate professor, Chief of Scientific Research Department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, igortaran2009@gmail.com

Volodymyr Larin – PhD in Engineering, associate professor, Chief of Scientific and Organizational Department, State Scientific Research institute of armament and military equipment testing and certification, Chernihiv, l_vv83@ukr.net

Petro Piontkivskiy – PhD in Engineering, senior research, Chief of Scientific Research Department, Korolyov Zhytomyr Military Institute, Zhytomyr, 005mk@ukr.net

І.Є. Сафонов, С.М. Коротін, О.В. Радько

ЩОДО СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ

Анотація: У роботі запропоновано модель системи технічної експлуатації вертольотів державної авіації, яка побудована на основі напівмарківських випадкових процесів, реалізується за допомогою спеціальних програм і, на відміну від існуючих, враховує час на проведення робіт з продовження ресурсних показників та дообладнання. Використання даної моделі для оцінювання та прогнозування показників надійності вертольотів державної авіації дозволить побудувати ефективну систему їх технічної експлуатації.

Ключові слова: модель, марківський (напівмарківський) процес, авіаційна техніка, система технічної експлуатації.

Annotation: In conference paper the system' model of the state aviation helicopters technical operation proposed. The model is built on the basis of semi-Markov random processes. It is implemented with the special programs and, unlike the existing ones, takes into account the time for carrying out work on the extension of resource indicators and additional equipment. The use of this model for evaluating and forecasting reliability indicators of state aviation helicopters will allow building an effective system of their technical operation.

Key words: model, Markov (semi-Markov) process, aviation equipment, technical operation system.

У рамках загальної проблеми оцінювання динаміки зміни технічного стану та надійності вертольотів, виявлення причин виникнення несправностей окремих систем, розроблення та впровадження заходів щодо попередження їх виникнення, актуальним є удосконалення моделі системи технічної експлуатації вертольотів, що пов'язане з вирішенням наукових та практичних проблем під час їх експлуатації з продовженими призначеними ресурсними показниками.

Завдання з розв'язання цих проблем полягає в оцінюванні та прогнозуванні на різних етапах експлуатації вертольотів показників надійності агрегатів і систем, на основі яких приймається рішення щодо подальшої експлуатації.

Для вирішення поставленого завдання необхідно розробити схему алгоритму функціонування системи технічної експлуатації вертольоту та знайти оптимальну кількість станів математичної моделі з метою виключення другорядних факторів. Базисом аналітичної моделі запропоновано метод статистичного моделювання на основі марківських процесів з дискретними станами та безперервним часом. Пропонований метод можна отримати з результату синтезу певного моделюючого алгоритму досліджуваного процесу, що імітує поведінку та взаємодію елементів складної системи і випадкових збурюючих факторів.

Отже, для будь-якого марківського процесу, можна скласти систему рівнянь Колмогорова.

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^n \lambda_{ji}(t)P_j(t) - \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}(t)P_i(t), \quad (i, j=1, 2, 3, \dots, n),$$

де $\lambda_{ij}P_i(t)$ – потік ймовірності переходу із стану S_i до стану S_j ;

n – кількість станів системи.

Для того, щоб знайти фінальні ймовірності, необхідно усі ліві частини у рівнянні прирівняти до нуля та розв'язати отриману систему вже не диференціальних, а лінійних алгебраїчних рівнянь. Також необхідно одне із рівнянь замінити умовою нормування.

Система лінійних диференціальних рівнянь за початкових умов має єдине рішення, якщо задані інтенсивності переходу із стану у стан. З урахуванням статистичних даних, які

$$\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p_{ij}(t, t + \Delta t)}{\Delta t}, i \neq j.$$

отримано за результатами експлуатації вертольотів протягом 2-х років безпосередньої експлуатації, знаходимо усі інтенсивності потоків подій, які переводять систему із одного стану в інший, тобто визначимо щільності імовірностей переходів із станів i у стани j .

Модель системи технічної експлуатації вертольоту можна представити наступним чином: стани процесу технічної експлуатації задаються через стани вертольоту (рис.1), знаходяться часи перебування в станах технічного обслуговування із своїми функціями розподілу, що дозволяє оцінювати ефективність режимів технічного обслуговування. Закінчення перебування в одному зі станів системи характеризується миттєвим переходом в інший стан, причому перехід в інший стан можна описати певною інтенсивністю та ймовірністю переходу. Таким чином здійснюється процес функціонування системи технічної експлуатації вертольоту загалом.

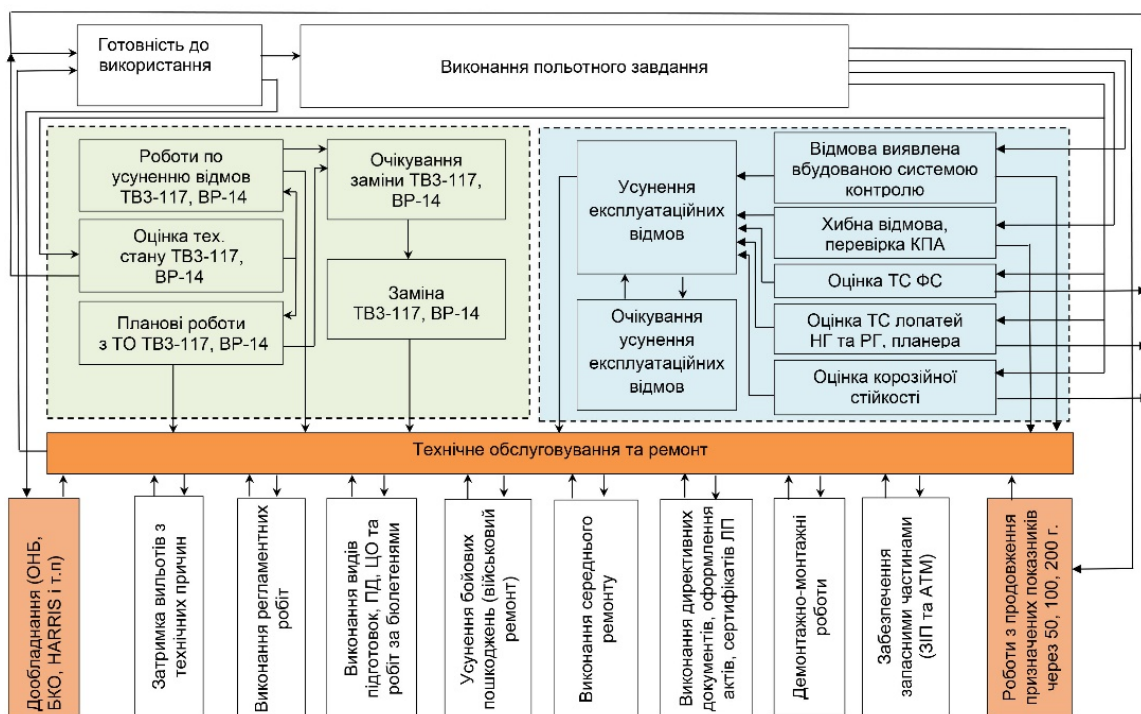


Рис.1. Граф станів системи технічної експлуатації вертольоту

ТВ3-117 – авіаційний двигун, ВР-14 – вертолітний редуктор; КПА – контрольно-перевірочна апаратура; ТС – технічний стан; ФС – функціональні системи; НГ та РГ – несучий та рульовий гвинти; ОНБ – окуляри нічного бачення; БКО – бортовий комплекс оборони; ЛП – льотна придатність; ПД – паркові дні; ЦО – цільові огляди; ЗІП – запасні частини, інструмент та приладдя; АТМ – авіаційно-технічне майно.

Для подальшого дослідження процесів технічної експлуатації, рис.1, необхідно перетворити на граф станів, який більш наближений для математичних розрахунків.

Наявність марківського ланцюга, вкладеного у складніший випадковий процес з довільним розподілом часу перебування у кожному стані, призводить до напівмарківського процесу. Крім ймовірнісних параметрів, модель напівмарківського процесу функціонування системи технічної експлуатації дозволяє визначати часові параметри, такі як безумовні та умовні математичні очікування часу перебування системи в кожному стані.

Вирішення завдання щодо створення моделі технічної експлуатації вертольотів здійснюється на основі положень теорії напівмарківських процесів. Модель можна програмно реалізувати за допомогою Matlab.

Використання напівмарківських випадкових процесів у моделі системи технічної експлуатації вертольоту найбільш повно відображає специфіку авіаційної системи. У реальних ситуаціях вдається апроксимувати процеси зміни параметрів різних систем за допомогою випадкових процесів, що потребують аналізу меншого обсягу статистичних даних (марківські, напівмарківські процеси). У запропонованій моделі, на відміну від існуючих, враховано час, який витрачається на проведення робіт з продовження ресурсних показників та дообладнання вертольоту новим обладнанням.

Напівмарківські ймовірності станів створеної системи у сталому режимі можна визначити двома способами. *Перший спосіб* заснований на тому факті, що із збільшенням часу функціонування в системі настає стаціонарний режим, коли напівмарківські ймовірності стають незалежними від початкового стану. Якщо час наближається до нескінченності, у системі встановлюється граничний стаціонарний режим, протягом якого вона випадковим чином змінює свої стани, але їх ймовірності вже не залежать від часу. Фінальну ймовірність можна тлумачити як середній відносний час перебування системи у цьому стані. *Другий спосіб* базується на безпосередньому визначенні стаціонарних напівмарківських ймовірностей станів через ймовірності вкладеного марківського ланцюга.

Знання фінальних ймовірностей перебування системи у різних станах надає можливість оцінити середню ефективність роботи досліджуваної системи.

Досконалість запропонованої моделі визначається тим, наскільки вона максимально враховуватиме взаємодію між об'єктивно існуючим процесом зміни технічного стану вертольоту та процесом його технічної експлуатації, що характеризується послідовною зміною в часі різних станів: польоту, видів обслуговування та ремонту, зберігання, очікування тощо. Проведення оцінювання адекватності розробленої моделі дозволяє зробити висновок щодо її придатності або непридатності для впровадження в експлуатуючі (науково-дослідні) організації авіаційної галузі. Для перевірки адекватності застосовано наступне положення: за умови експоненціальності часів знаходження системи у кожному стані і рівності математичного очікування часів знаходження в станах, фінальні ймовірності марківського процесу, отримані на основі розв'язування рівнянь Колмогорова та інтервально-перехідні ймовірності, які розраховані в режимі, що встановився на основі напівмарківського процесу, повинні бути рівні між собою.

Для оцінювання якості управління технічною експлуатацією використана цільова функція, в якості якої обрано коефіцієнт технічного використання.

За умови належної організації технічної експлуатації вертольоту із застосуванням сучасних математичних методів, можна побудувати систему, яка стане надійним джерелом забезпечення льотного ресурсу для виконання бойових завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Самуленков Ю.И., Филатова Я.А., Груз А.Д. Построение имитационной математической модели системы технического обслуживания воздушных судов. *Научный Вестник МГТУ ГА*. Том 24. 2021. № 04. С. 38–49.
2. Киселев Д.Ю., Киселев Ю.В. Комплексный подход к моделированию процессов технического обслуживания авиационной техники. *Научный Вестник МГТУ ГА*. 2015. № 219 (9). С. 33–40.
3. Нечипоренко О.М. Основи надійності літальних апаратів: навч. посіб. Київ, 2010. 240 с.
4. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. Москва: Транспорт, 1980. 232с.
5. Волков Л.И. Управление эксплуатацией летательных комплексов: учеб. пособие. Москва: Высшая школа, 1981. 386 с.
6. Козлов А.Ю. Модель полумарковского процесса функционирования мобильной системы видеонаблюдения (с реализацией в Matlab). *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки*. 2016. № 1 (37). С. 40–55.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций. Москва: Советское радио, 1972. 552 с.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт у зразків озброєння та військової техніки”

8. Имитационное моделирование полумарковских процессов в системах с дискретными состояниями и непрерывным временем / Л.Б Афанасьевский та ін. *Вестник ВГУ. Системный анализ и информационные технологии*. 2019. № 3. С.42–52.

9. Модели технического обслуживания сложных систем / А.Н Бочкарев та ін.. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2007. № 121. С.116–129.

10. Сафонов І.С., Коротін С.М. Тенденції розвитку вертольотобудування у світі та його перспективи в Україні. *Науково-практичний журнал “Повітряна міць України”*. 2021. № 1(1). С. 102–107.

Сафонов Ігор Євгенович – ад’юнкт кафедри авіації Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0001-5717-2813>, e-mail: safonovigor79@gmail.com

Коротін Сергій Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, полковник, заступник начальника інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0003-2123-6103>, e-mail: korotin2008@meta.ua

Радько Олег Віталійович – кандидат технічних наук, доцент, полковник, професор кафедри авіації інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, <https://orcid.org/0000-0002-6391-5713>. e-mail: radkoolvit15@gmail.com

Ihor Safonov – Lt.colonel, PhD student of aviation Department of National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0001-5717-2813>, e-mail: safonovigor79@gmail.com

Serhii Korotin – assistant Professor, PhD (technical science), colonel, Deputy Head of Institute of Aviation and Air Defense of National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0003-2123-6103>, e-mail: korotin2008@meta.ua

Oleg Radko – assistant Professor, PhD (technical science), Professor of the aviation Department of National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, <https://orcid.org/0000-0002-6391-5713>. e-mail: radkoolvit15@gmail.com

К.С. Васюта, У.Р. Збежховська, В.В. Слободянюк, Д.Б. Жуйков

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЛЬОРОВИХ ШУМІВ НА ЯКІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ХАОТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Анотація

Проаналізовано вплив на хаотичні сигнали з OFDM-модуляцією кольорових шумів та показано, що наявність адитивної суміші корисного сигналу, “білого” та кольорових шумів значно знижує якість відновлення переданої інформації. При цьому зростання кількості піднесучих у сигналі призводить до збільшення необхідного відношення сигнал/шум на приймальній стороні для забезпечення високого рівня відновлення інформації.

Ключові слова: система передачі інформації, кольорові шуми, відношення сигнал/шум, OFDM, ймовірність правильного відновлення.

Abstract

The influence on chaotic signals with OFDM-modulation noises of different colors has analyzed. The obtained results showed that if in received signal presence the additive mixture of useful signal, “white” and color noises the quality of message recovery significantly reduces. The number of subcarriers in chaotic signal with OFDM-modulation influence on the quality of recovering, their increase leads to the increase the required signal to noise ratios on the receiver side.

Keywords: the information transmission system, color noises, OFDM, signal-to-noise ratio, probability of correct estimation.

Сьогодні, радіоелектронні засоби, що забезпечують управління військами та силами, дають потенційну можливість противникові розкрити наші бойові можливості, дії і наміри. Враховуючи це виникає необхідність розробки та впровадження нових видів сигналів, здатних забезпечити необхідний рівень радіоелектронного захисту своїх засобів зв'язку [1], тобто високий рівень скритності. Одним з можливих способів формування таких сигналів є використання хаотичних процесів та послідовностей, властивості яких є близькими до властивостей “білого” шуму[2].

Однак, під час приймання сигналів на фоні шуму, використання моделі “білого” шуму не завжди доцільно, оскільки в ньому всі частоти впливають на сигнал однаково. В той час, як наприклад, використання “коричневого” шуму більше впливає на низькі частоти, а “чорного” на високі частоти.

Метою роботи є дослідження впливу на хаотичні сигнали з OFDM-модуляцією “білого” та кольорових шумів.

В роботі [3] було запропоновано та досліджено метод формування піднесучих для хаотичних сигналів з OFDM-модуляцією з використанням аналітичних хаотичних послідовностей (АХП). Дослідимо вплив сигнали сформовані запропонованим методом кольорових шумів. Для моделювання кольорових шумів будемо використовувати лінійне інтегральне перетворення “білого” шуму з ядром Мандельброта і його дискретні апроксимації, яке узагальнює броунівський рух і дозволяє отримувати множину випадкових процесів з різною фрактальною розмірністю.

Для дослідження впливу кольорових шумів на хаотичні сигнали з OFDM-модуляцією з АХП, необхідно здійснити дослідження ймовірності правильного виявлення таких сигналів під час зміни потужності відношення сигнал/кольоровий шум та сталому значенні сигнал/“білий” шум. Для цього на рис. 1 наведені криві ймовірності правильного виявлення хаотичних сигналів OFDM-модуляцією з АХП на 8 піднесучих в залежності від відношення сигнал/“чорний” шум та сигнал/“рожевий” шум та відношення сигнал/“білий” шум $q = 18\text{дБ}$, $q = 11\text{дБ}$.

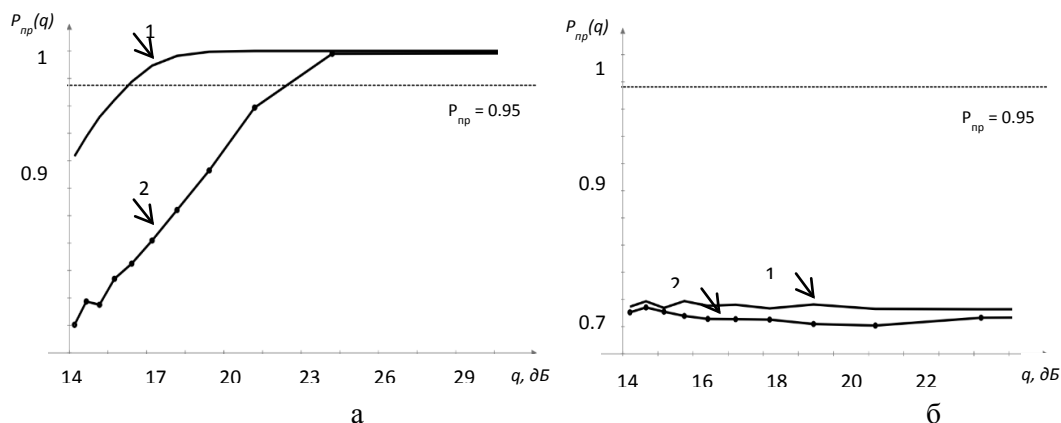


Рис.1. Графік ймовірності правильного виявлення хаотичного сигналу OFDM-АХП в залежності від відношення сигнал/“рожевий” шум (1) та сигнал/“чорний” шум (2) при сталому значенні відношення сигнал/ “білий” шуму: а – $q = 18\text{дБ}$; б – $q = 11\text{дБ}$

Аналіз отриманих результатів вказує на те, що для ефективного відновлення хаотичних сигналів OFDM-АХП під час впливу кольорових шумів відношення сигнал/“білий” шум на вході приймального пристрою має бути $q \geq 18\text{дБ}$. При цьому необхідний рівень відновлення повідомлення $P_{np} = 0.95$ забезпечується під час відношення сигнал/“чорний” шум 22дБ , в той час як для сигнал/“рожевий” шум він є на 6дБ менший і дорівнює 16дБ . Це вказує на те, що найбільш негативний вплив на хаотичні сигнал OFDM-АХП має наявність в каналі радіозв’язку “чорного” шуму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Черниш О. М., Певцов Г. В., Лупандін В. А., Мегельбей Г. В. Радіоелектронна боротьба. історія виникнення та перспективні напрямки розвитку. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2010. №1. С.150-153.
2. Костенко П. Ю., Слободянюк В. В., Барсуков А. Н. Скритність аналітичних хаотичних сигналів. Известия вузов. Радиоелектроника. 2017. № 3(12). С. 166–176. <https://doi.org/10.20535/S0021347017030050>.
3. Васюта К.С., Збежховська У.Р., Слободянюк В.В., Захарченко І.В., Кащишин О.Л., Дубинський М.С., Рябуха Ю.М., Коваль О.В. Метод підвищення скритності систем передачі інформації на основі модуляції з ортогональним частотним розділенням і мультиплексуванням хаотичних піднесучих. Радіоелектронні та комп’ютерні системи. 2021. № 3, С. 79–93. <https://doi.org/10.32620/reks.2021.3.07>

Васюта Костянтин Станіславович – доктор техн. наук, професор, заступник начальника Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба з наукової роботи, Харків, e-mail: kohafish@ukr.net

Збежховська Уляна Романівна – ад’юнкт науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: lyasya3@gmail.com

Слободянюк Валерій Валерійович – канд. техн. наук, докторант науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: sloval@i.ua

Жуйков Дмитро Борисович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри військово-технічної і військово-спеціальної підготовки факультету підготовки офіцерів запасу за контрактом Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: 1967dbz@gmail.com

Vasiuta Konstantyn S. – Doctor of technical sciences, professor, deputy head of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force university in science, Kharkiv, kohafish@ukr.net

Zbezhkhovska Uliana R. – Doctoral student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: lyasya3@gmail.com

Slobodyanuk Valeriy V. – Candidate of technical sciences, doctoral student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force university, Kharkiv, e-mail: sloval@i.ua

Zhuikov Dmytro B. – Candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: 1967dbz@gmail.com

Л.В. Мороз, Д.В. Куклій

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Анотація

Розглянуто основні методи забезпечення надійності машин і спеціального обладнання, а саме розробка і модернізація їх структурної і функціональної схем, конструктивних і неконструктивних елементів, технологій виготовлення нових і відновлення зношених деталей, режимів випробувань, використання, технічного обслуговування, ремонту і збереження обладнання і методів забезпечення запасними частинами та визначено шляхи їх реалізації.

Ключові слова: надійність обладнання, запасна частина, ефективність виробництва, експлуатаційні потреби.

Abstract

The main methods of ensuring the reliability of machines and special equipment are considered, namely, the development and modernization of their structural and functional schemes, structural and non-structural elements, technologies for the manufacture of new and restoration of worn parts, modes of testing, use, maintenance, repair and preservation of equipment and methods of providing spare parts in parts and ways of their implementation are defined.

Keywords: equipment reliability, spare part, production efficiency, operational needs.

Скорочення парку техніки для механізації процесів виробництва, яке відбувається останніми роками, призвело до зменшення валового продукту. Валовий обсяг виробництва зменшується пропорційне зниженню технічного оснащення підприємств.

За невеликим винятком, підприємства стали неплатоспроможними, що не може негативно не позначитись на становищі машинобудування та інженерно-технічному оснащенню виробництва. Купівельна спроможність товаровиробників продовжує зменшуватися, а це в поєднанні з необгрунтованим придбанням зарубіжної техніки, яка не завжди вписується в наші технологічні процеси, в той час, як є вітчизняні аналоги, які нічим не поступаються зарубіжним, призводить до призупинення машинобудівних заводів, скорочення інженерно-технічних послуг.

Підвищення ефективності експлуатації машин та спеціального обладнання досягається як випуском промисловістю більш продуктивних і надійних моделей, так і удосконаленням методів технічної експлуатації, до яких відноситься і забезпечення експлуатаційної потреби в запасних частинах [1].

Підвищити ефективність виробництва продукції, як правило, можна за рахунок забезпечення безвідмовної роботи у виробничому циклі. Чим зумовлено задачу забезпечення необхідної їх надійності. До основних методів забезпечення надійності машин і спеціального обладнання: розробка і модернізація їх структурної і функціональної схем, конструктивних і неконструктивних елементів, технологій виготовлення нових і відновлення зношених деталей, режимів випробувань, використання, технічного обслуговування, ремонту і збереження обладнання і методів забезпечення запасними частинами.

Методи забезпечення надійності машин і спеціального обладнання можна розподілити на конструктивні й експлуатаційні групи, що в однаковій мірі є важливими для проблеми забезпечення надійності техніки. Тому удосконалення методів експлуатації і забезпечення спеціального обладнання запасними частинами поряд з поліпшенням його конструкції вважається найважливішим резервом підвищення ефективності виробництва продукції. Воно спрямовано на одержання продукції без втрат при мінімальних витратах [2].

Питання забезпечення техніки запасними частинами охоплюють широке коло завдань, пов'язаних із розрахунком потреби і планування виробництва, визначення номенклатури і норм

витрат, розподілу запасних частин за місцями зберігання, нормування їх обмінного фонду й оптимізацію резерву.

Недостатнє забезпечення окремих споживачів запасними частинами, викликане не стільки фактичними витратами, скільки проблемами в плануванні і їх розподілу. Через відсутність прийнятних для машинобудівників науково обґрунтованих методичних матеріалів, недостатньої й розрізної інформації про фактичні ресурси та доцільну рівномірність розподілу ресурсів елементів машин та спеціального обладнання в умовах рядової експлуатації номенклатура й норми витрат запасних частин на практиці встановлюються, як правило, на основі інженерної інтуїції працівників конструкторських організацій та досвіду фахівців ремонтних підприємств. Тому номенклатура й норми часто не відповідають реальній потребі в запасних частинах: одні деталі і складальні одиниці „дефіцитні”, інші не мають попиту і з часом перетворюються у неліквіди.

За системне неналежне постачання гостродефіцитних запасних частин (біля 600...700 найменувань) і викликані цим простої техніки заводи-виробники відповідальності не несуть. Система матеріального забезпечення виробників побудована таким чином, що власники техніки не можуть ставити відповідні вимоги, так як не мають юридичних прав. Вони не зв'язані договірними відносинами з виготовлювачами техніки і запасних частин.

Процес забезпечення техніки запасними частинами був побудований, в основному, на інтуїції інженерів-виробників, а також працівників адміністративного та постачального апаратів. Заявки на запасні частини керівники господарств починали формувати за півроку з урахуванням допустимих витрат. Їх направляли в районні постачальні організації для передачі на обласні бази постачання з відповідним коректуванням допустимої потреби адміністративного району. Обласні постачальні організації також коректували обсяги за кількістю й номенклатурою й направляли замовлення в державні постачальні структури. Після коректування замовлення розміщували на промислових підприємствах, виходячи з їхніх виробничих можливостей. Потім оформляли юридичні документи на поставку запасних частин в області. Таким чином у цьому процесі брала участь велика кількість службовців. При цьому виникав розрив між потребою споживачів і можливістю виробників її задовольнити. Юридичні й комерційні зв'язки господарств і районних постачальних організацій із заводами-виробниками не формувалися, споживачі були позбавлені можливості виставляти претензії за недопоставку запасних частин і збитки від простою техніки. У багатьох випадках програми промислових підприємств передбачали виготовлення зовсім інших виробів замість необхідних господарствам.

Через відсутність прямих зв'язків і договірних відношень між виробниками запасних частин й їхніми споживачами запасні частини в торговельну мережу поставлялися далеко несвоєчасно. Крім того, в одних місцях утворювалися товарні запаси, а в інших - дефіцит. Торговельна мережа при цьому збитків не несла і всі збитки лягали на підприємства.

Різна відомча підпорядкованість сфер обслуговування та ремонту організацій, які займаються експлуатацією також не сприяла об'єктивному підходу до розподілу запасних частин. Наприклад, переважаюча частина запасних частин (особливо дефіцитної номенклатури) спрямовувалась в першу чергу на забезпечення потреби ремонтних підприємств. Висока надійність деякого обладнання пояснюється тим, що в багатьох районах на гарантійне обслуговування службами приймалися лише воно. По відношенню до іншого обладнання працівники інженерно-технічних служб господарств змушені були витрачати багато часу на пошуки необхідних деталей у сусідніх господарствах, на підприємствах інших систем, виїжджати в інші райони, області.

Таким чином, існуючі ремонтні підприємства не були зацікавлені в організації ремонту спрацьованих деталей обладнання внаслідок його різноманітності, територіального розміщення, трудності організації збору ремонтного фонду незначної кількості (200-300 од.) в зоні їх діяльності. Таке положення пояснюється диспропорцією та поставками промисловістю повнокомплектного обладнання. Нове обладнання одержати іноді практично легше, ніж його відремонтувати.

Середня потужність і продуктивність нової техніки зростає, але ще більше зростають ціни на неї. Останнє, поряд з іншими причинами, зумовило падіння попиту на нову техніку, збільшення обсягу придбання частково спрацьованих машин, загальне старіння парку машин, появу й розвиток різних форм оренди та прокату техніки. Зросло значення для господарств ринку техніки, що вже була в експлуатації, яку купують не тільки для дрібних, але й для великих підприємств. Ринок такої техніки, поряд з іншими чинниками, є ефективним важелем впливу на виробника, змушуючи його підвищувати якість нової техніки і розвивати технічний сервіс, гарантоване забезпечення запасними частинами [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 17510-79. Надежность изделий машиностроения. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений. – Введ. 01.03.80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 23 с.
2. Гурвич И.Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей / И.Б. Гурвич, П.Э. Сыркин, В.И. Чумак. – М.: Транспорт, 1994. – 141 с. – ISBN 5-277-01163-3.
3. Гурвич И.Б. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей / И.Б. Гурвич, П.Э. Сыркин – М.: Транспорт, 1984. – 141 с.

Мороз Лариса Василівна — ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Куклій Данило Вячеславович — слухач групи 02-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: danylo.kuklii@gmail.com

Moroz Larysa V. — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Kuklii Danylo V. — student of group 02-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: danylo.kuklii@gmail.com

Л.В. Мороз, Д.В. Бєвз

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Анотація

В основу методики прогнозування потреби в запасних частинах покладено математичну модель зі змінними факторами: кількість однакових деталей на одній машині; кількість однакових машин; закон розподілу ресурсу деталей та його параметри; ймовірність безвідмовної роботи, а також час прогнозу, переданий у частках гамма-відсоткового ресурсу.

Ключові слова: запасна частина, ремонт, технічне обслуговування, рухомий склад.

Abstract

The methodology for forecasting the need for spare parts is based on a mathematical model with variable factors: the number of identical parts on one machine; number of identical machines; the law of distribution of the parts resource and its parameters; the probability of failure-free operation, as well as the forecast time, expressed in fractions of the gamma-percentage resource.

Keywords: spare part, repair, maintenance, rolling stock.

Обґрунтування потреби в запасних частинах є важливим науковим і практичним завданням. При цьому суттєвого значення набуває технічне оснащення галузі, підвищення якості і надійності техніки, а також ефективності її експлуатації. Одним із шляхів вирішення цього питання і є саме обґрунтування потреби в запасних частинах. Дослідження і публікації, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, ґрунтуються на математичних підходах, які враховують як конструктивні показники технічних засобів, так і якість їхнього виготовлення та режими експлуатації.

Відмови обладнання спеціального рухомого складу виникають під впливом різноманітних факторів: діючих навантажень, агресивного середовища, несвоєчасного та неякісного технічного обслуговування і ремонту, помилок обслуговуючого персоналу та ін., внаслідок чого деталі і вузли піддаються зношуванню, деформації, утомленим впливам. Оскільки кожний фактор у свою чергу залежить від багатьох причин, то відмови елементів обладнання спеціального рухомого складу відносяться до випадкових подій, а тривалість роботи до виникнення відмови - до випадкових величин. Тому, перш ніж приступити до розробки методики прогнозування потреби в запасних частинах, слід розглянути і проаналізувати закономірності, яким підпорядковуються випадкові величини. З теорії надійності відомо декілька десятків розподілів, за допомогою яких можливо описати отримані експериментальні данні відмов: нормальний, логарифмічно-нормальний, експоненціальний, Вейбулла, альфа-, бета- і гамма-розподіли, дифузійно-монотонний і дифузійно-немонотонний розподіли, рівномірний, трикутний, геометричний і гіпергеометричний, біноміальний, від'ємний біноміальний, поліноміальний, Гумбеля типу I, Пуассона, Релея та інші [1-3]. Вибір моделі відмов проводять на основі аналізу статистичних даних напрацювання до відмови. Однак не менш важливими стають інші вимоги: фізичність, яка враховує фізичну природу відмов; адекватність, тобто здатність достатньо точно описувати різні форми розподілів з будь-якими реальними значеннями коефіцієнту варіації, асиметрії і ексцесу; можливість виконання розрахунків надійності системи та її елементів; універсальність, яка полягає у багатообразності вирішуваних задач і, зокрема, здатності до операції згортки, яка дозволяє виконувати розрахунки витрат запасних частин; практична придатність, яка включає в себе простоту аналітичних виразів для всіх необхідних характеристик розподілів і оцінки їхніх параметрів, а також зручність їхнього застосування при вирішуванні конкретних задач. Останні вимоги відповідають розподілам, які мають меншу кількість параметрів, а також таким, функції яких представлені широко відомими табульованими функціями.

Аналіз літературних джерел і практика застосування розподілів при дослідженні надійності обладнання спеціального рухомого складу показали, що найбільш поширеними є застосування нормального розподілу, розподілу Вейбулла та експоненціального [2]. Саме їх і покладено в основу розробки методики прогнозування потреби в запасних частинах. Розглянемо основні особливості перелічених розподілів.

При нормальному розподілі випадкова величина теоретично може приймати будь-яке значення від $-\infty$ до $+\infty$ [1]. Оскільки час не має від’ємних значень, можливі значення випадкового часу безвідмовної роботи можуть бути тільки позитивними. Тому кількісні характеристики надійності розглядаються лише для усіченого нормального розподілу. Усічений нормальний розподіл випадкової величини виходить із нормального розподілу при обмеженні інтервалу можливих значень цієї величини. Характерним для нього є те, що інтенсивність відмов починається з нуля і зі збільшенням часу суттєво зростає, що свідчить про те, що потік відмов не є стаціонарним і має місце старіння елементів. В області малих значень часу старіння елементів несуттєво впливає на надійність, тому ймовірність безвідмовної роботи елементів машин зменшується незначно. Після тривалої експлуатації машини, відмови елементів якої мають нормальний розподіл, її надійність швидко зменшується, тому ймовірність безвідмовної роботи знижується

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}, \quad (1)$$

$$\sigma = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - t_{cp})^2}{N - 1} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

де t_i - статистичні дані напрацювання на відмову;

N - розмір вибірки.

Коефіцієнт варіації V [5] дорівнює

$$V = \frac{\sigma}{t_{cp}}. \quad (3)$$

Розподіл Вейбулла відповідає ситуації руйнування самої слабкої ланки (елемента) деякої сукупності (системи, що складається з групи елементів), а також є достатньо гнучкою функцією, за допомогою якої добре вирівнювати різноманітну статистику відмов, в основному, механічних об’єктів. В одному з варіантів він також має два параметри: форми b та масштабу a і характеризується різноманітністю кривих інтенсивності відмов, при $b < 1$ вона монотонно убуває, при $b = 1$ є константою (розподіл Вейбулла переходить в експоненціальний розподіл), при $b > 1$ інтенсивність відмов монотонно збільшується. При значенні параметра форми $b = 3,25$ розподіл Вейбулла наближається до нормального розподілу. Розподіл Вейбулла може бути використаний як характеристика зміни надійності елементів машин з часом їх напрацювання.

Оцінки параметрів форми b та масштабу a [5] одержують із системи рівнянь

$$\begin{cases} N\alpha - \sum_{i=1}^N t_i^b = 0 \\ \frac{N}{b} + \sum_{i=1}^N \ln t_i - \frac{\sum_{i=1}^N t_i^b \ln t_i}{\alpha} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Перше приближення значення b [5] можна одержати, вирішуючи систему рівнянь

$$\begin{cases} N\alpha - \sum_{i=1}^N t_i^b = 0 \\ t_{cp} = \alpha^{\frac{1}{b}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \end{cases} \quad (5)$$

де $\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)$ - гамма-функція.

Так методом послідовних наближень одержуються параметри форми b та масштабу a . Коефіцієнт варіації V дорівнює [100]

$$V = \left[\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{b}\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)^2} - 1 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Експоненціальний розподіл характеризується постійною інтенсивністю відмов $\lambda = \frac{1}{t_{cp}}$, яка є параметром розподілу. Це означає, що ймовірність відмов не залежить від того, скільки часу пропрацювала деталь до розглянутого моменту часу. Цей розподіл не враховує спрацювання та старіння і застосовується для складних систем, де можлива велика кількість відмов різних елементів із неоднаковою інтенсивністю. Розподіл має максимальну щільність ймовірності в момент включення, що характерно для низької якості виготовлення деталей та складальних одиниць машин, і не передбачає припрацювання деталей та вузлів і їхнє доведення. Експоненціальний розподіл застосовується для аналізу складних систем, які працюють у важких умовах під постійним технологічним навантаженням та кліматичним впливом. У більшості випадків він характерний для раптових відмов і використовується частіше за інші при аналізі надійності. Розподіл характеризується простими формулами для розрахунку надійності. При $\lambda = const$ ймовірність безвідмовної роботи деталі протягом заданого часу не залежить від часу роботи, що значно спрощує розрахунки. Оцінка t_{cp} визначається за формулою (1).

Дифузійно-монотонний і дифузійно-немонотонний розподіли, які відомі у світовій практиці, відповідно, під назвою „розподілу Бірнбаума-Саундерса” і „оберненого розподілу Гауса”, застосовуються, в основному, при дослідженні електронної техніки [3]. Порівняно рідко на практиці використовуються бета - і гамма-розподіли, розподіл Релея та ін. Відсутність точних аналітичних виразів для основних характеристик надійності (математичного очікування, дисперсії та ін.) утруднює практичне використання альфа-розподілу.

За результатами аналізу існуючих методик визначення потреби в запасних частинах встановлено, що прогнозування цієї потреби за середнім ресурсом не дає змоги досягти ймовірності безвідмовної роботи понад 50 % для нормального розподілу і знаходиться у межах 7,35-52 % для розподілу Вейбулла з параметром форми $b = 0,2-4$. Підвищення ймовірності безвідмовної роботи до більших значень супроводжується збільшенням кількості запасних частин за рахунок визначення їх потреби за гамма-відсотковим ресурсом.

В основу методики прогнозування потреби в запасних частинах покладено математичну модель зі змінними факторами: кількість однакових деталей на одній машині; кількість однакових машин; закон розподілу ресурсу деталей та його параметри; ймовірність безвідмовної роботи, а також час прогнозу, переданий у частках гамма-відсоткового ресурсу. За можливі моделі довговічності не відновлюваних елементів обладнання спеціального рухомого складу, замінені у разі відмови запасними, прийнято закони розподілу ресурсу: нормальний, Вейбулла та експоненціальний, що охоплюють відповідно поступові, зносіві, втомлені та раптові відмови механічних і електромеханічних систем, які пройшли період припрацювання, а також систем, що

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

експлуатуються в тяжких умовах під впливом механічних і кліматичних навантажень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бережная Е.В. Математические методы экономических систем: Учеб. пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2006. - 432 с. – ISBN 5-279-02940-8.

2. Волгин В.В. Автосервис. Маркетинг и анализ: Практическое пособие / В.В. Волгин. – М.: Издательско – торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 496с. – ISBN 5-94798-609-4.

3. Поляков А.П. Організація забезпечення запасними частинами автотранспортних підприємств / А.П.Поляков, О.П.Антонюк, Д.О. Галушак // Наукові нотатки ЛНТУ. – 2012. – №36. – с. 238-240.

4. Поляков А.П. Оцінювання факторів, які впливають на формування номенклатур та кількості автомобільних запасних частин автотранспортного підприємства / А.П.Поляков, О.П. Антонюк // Вісник СХУ ім. Даля. – 2011. – №6(160). – с.139-143. – ISBN 1998-7927.

Мороз Лариса Василівна — ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Бевз Дмитро Вікторович — слухач групи 04-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dmitriy.bevz@gmail.com

Moroz Larysa V. — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Bevz Dmytro V. — student of group 04-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dmitriy.bevz@gmail.com

Л.В. Мороз, Д.В. Мазуренко

АНАЛІЗ ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

Анотація

Під час експлуатації автомобілів під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів в їх системах відбувається зміна технічного стану, що погіршує їх технічні характеристики, і навіть може призвести до виходу з ладу автомобіля в цілому. Прогнозування технічного стану агрегатів та вузлів є найбільш ефективним методом підвищення експлуатаційної надійності автомобіля, оскільки дозволяє підтримувати його справний стан шляхом своєчасного проведення заходів щодо технічного обслуговування і ремонту тільки тих вузлів, які напрацювали до передграничного стану.

Ключові слова: надійність, працездатний стан, система обслуговування, експлуатаційний фактор.

Abstract

During the operation of cars, under the influence of external and internal factors, their systems undergo a change in their technical condition, which worsens their technical characteristics, and may even lead to the failure of the car as a whole. Forecasting the technical condition of aggregates and components is the most effective method of increasing the operational reliability of a car, as it allows you to maintain its serviceable condition through timely maintenance and repair of only those components that have worked up to the limit state.

Keywords: reliability, working condition, service system, operational factor.

Під час експлуатації автомобілів під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів в їх системах відбувається зміна технічного стану, що погіршує їх технічні характеристики, і навіть може призвести до виходу з ладу автомобіля в цілому. Для підтримки автомобілів в працездатному стані існує система технічного обслуговування та ремонту автомобілів. На даний час система технічного обслуговування і ремонту автомобілів носить планово-попереджувальний характер і ґрунтується на середньостатистичному напрацюванні автомобіля.

Існуюча система технічного обслуговування і ремонту автомобілів передбачає проведення ремонтно-профілактичних робіт у терміни, визначені нормативами в залежності від типу автомобіля та його пробігу. Проте після виконання технічного обслуговування не виключені випадки появи відмов і несправностей через те, що більшість робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки здійснюється без урахування фактичного технічного стану елементів автомобіля [4].

Виконання профілактичних і ремонтних робіт на автомобілях в заздалегідь запланований термін або після певного напрацювання не повністю задовольняє зростаючі вимоги до безпеки дорожнього руху та економічної експлуатації рухомого складу автомобілів. Деякі профілактичні роботи виконуються передчасно або із запізненням. Така система є більш затратною ніж система технічного обслуговування і ремонту автомобілів за фактичним станом.

Прогнозування технічного стану агрегатів та вузлів є найбільш ефективним методом підвищення експлуатаційної надійності автомобіля, оскільки дозволяє підтримувати його справний стан шляхом своєчасного проведення заходів щодо технічного обслуговування і ремонту тільки тих вузлів, які напрацювали до передграничного стану.

Для зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт автомобіля та підвищення його надійності, виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методу прогнозування технічного стану автомобіля та визначення обсягів ремонтних робіт, виходячи із фактичного стану вузлів та агрегатів автомобіля, і перши етапом є аналіз виникнення несправностей систем автомобіля.

Автомобіль є складною системою, яку можна розбити на велику кількість елементів. При аналізі надійності такої складної системи її елементи корисно розділяти на групи:

а) елементи, відмова яких практично не впливає на працездатність автомобіля (ушкодження оббивки салону, корозія крила). Відмову таких елементів звичайно розглядають ізольовано від системи;

б) елементи, працездатність яких за розглянутий проміжок часу або напрацювання практично не змінюються (для автомобіля, який направляється на збирання врожаю, враховувати зміну стану картера коробки передач не має змісту);

в) елементи, відновлення працездатності яких не вимагає значних витрат часу й, практично, не знижує показників ефективності роботи автомобіля (натяг ременя вентилятора);

г) елементи, відмови яких приводять до відмови автомобіля й регламентують його надійність [5].

Функціонування автомобіля пов'язане з виконанням різноманітних завдань у неоднакових умовах експлуатації, виділення елементів у зазначені групи може бути проблематичним, тому поділ автомобіля на основні вузли проводимо так, щоб мати можливість ремонтувати їх незалежно від інших вузлів, враховуючи функціональні властивості.

Для подальшого дослідження технічного стану автомобіля, з метою підвищення його надійності автомобіль розглянемо як систему складену з таких основних вузлів, які безпосередньо впливають на його працездатність (рис. 1):

а) силова установка (двигун та системи, які забезпечують його роботу);

б) шасі (ходова частина, гальмівна система, рульове керування);

в) трансмісія (зчеплення, коробка передач, карданна передача, головна передача);

г) електрообладнання;

д) кузов.

Більша частина несправностей автомобіля виникає або раптово (наприклад, після їзди по бездоріжжю) або проявляються поступово протягом, іноді, досить тривалого періоду часу.

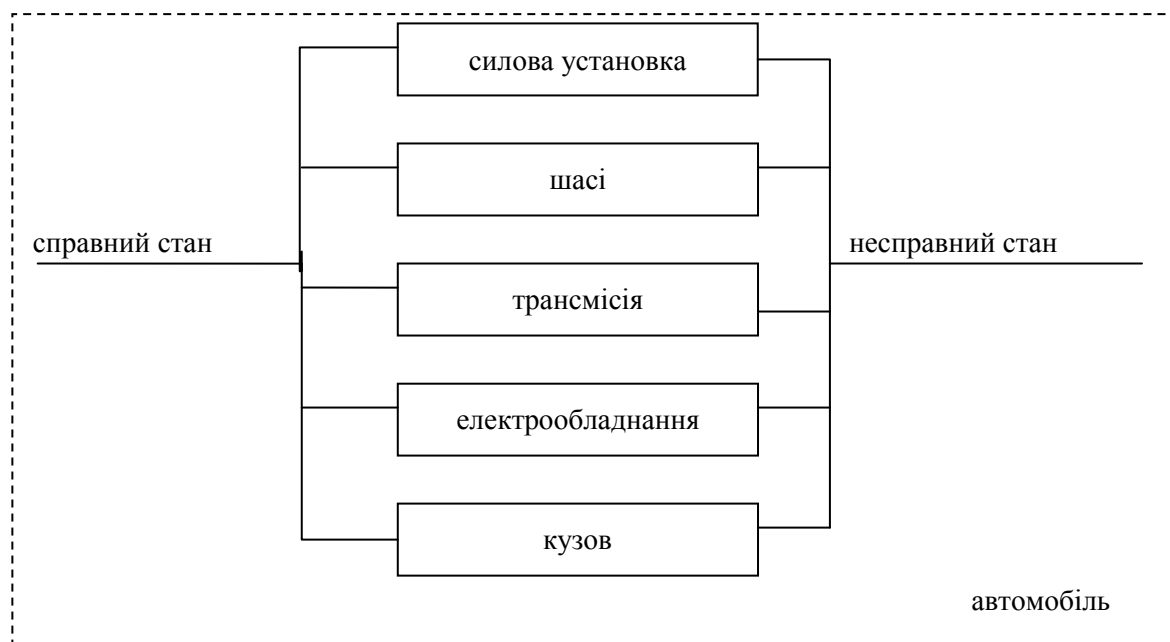


Рис. 1 - Структурна схема автомобіля

Про відмову будь-якого вузла чи деталі, що наближається та необхідність проведення їх ремонту, починають попереджати як сторонні звуки, що виходять з боку несправного механізму, так і «неадекватна поведінка» автомобіля [3].

Було проведено аналіз основних ознак появ несправностей автомобіля та класифіковано їх по його системам.

Різнорізнорідність і стохастичний характер впливу експлуатаційних факторів на технічний стан автомобілів призводить до того, що при одному і тому самому напрацюванні, але різному

терміні перебування їх в експлуатації, вони мають різний фактичний технічний стан. Тому існуючі алгоритми визначення періодичності технічного обслуговування потребують удосконалення, метою якого є зменшення необґрунтованого проведення ремонтних робіт по окремим елементам, вузлам і агрегатам під час проведення технічного обслуговування.

Більша частина несправностей систем та вузлів автомобіля виникає раптово або проявляються поступово, протягом, іноді, досить тривалого періоду часу. Раптові відмови важко передбачити, тому в дослідженнях їх не беруть до уваги, а приділяють увагу поступовим відмовам, які розподіляються за певними закономірностями.

Критерієм оцінки технічного стану автомобіля обрано безвідмовність, як основну складову надійності, яка є властивістю зберігати автомобілем працездатний стан протягом певного часу або певного напруження.

Інформація про відмови й несправності по деталях, агрегатах, системах або автомобілю в цілому дозволяє провести якісний і кількісний аналіз надійності. Якісний аналіз інформації про надійність дозволяє встановити ступінь впливу різних відмов і несправностей на працездатність окремих агрегатів або систем у цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. – М.: Феникс, 2007. – 314 с.
2. Болбас М.М. Основы технической эксплуатации автомобилей. Учебник / М.М.Болбас. – Минск: Амалфея, 2001. - 352 с.
3. Волгин В.В. Причины неисправностей легковых автомобилей / В.В. Волгин . – М.: АСТ, Астрель, 2004 – 112 с.
4. Гречанюк М.С. Спосіб підтримання автомобілів в працездатному стані / М.С. Гречанюк // в зб. Тези доповіді XXXVIII науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області. Збірник тез доповідей. – Вінниця, 2009.
5. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. – М.: Государственный стандарт СССР, 1990. – 39 с.
6. Рабинович Э.Х. Техническая эксплуатация автомобилей. Конспект лекций / Э.Х. Рабинович. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 60 с.
7. Технічна експлуатація та надійність автомобіля / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо / За заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.

Мороз Лариса Василівна — ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Мазуренко Дмитро Віталійович — слухач групи 04-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dima.mazurenko.001@gmail.com

Moroz Larysa V. — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Mazurenko Dmytro V. — student of group 02-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dima.mazurenko.001@gmail.com

Л.Ф. Купченко, Г.В. Худов, А.П. Гурін, А.С. Риб’як, О.О. Гурін, Б.А. Лісогорський

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КРИТЕРІЮ (НОРМОВАНОЇ ДИВЕРГЕНЦІЇ КУЛЬБАКА-ЛЕЙБЛЕРА) ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН СПЕКТРАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ЗОБРАЖЕНЬ

Анотація

Робота присвячена розробці методу, що дозволяє, використовуючи спектральні ознаки об’єктів, виявити зміни спектрального складу області виявлення, що спостерігається за допомогою оптико-електронної системи. Для виявлення відмінностей зображень у роботі використовується інформаційна міра віддаленості один від одного імовірнісних розподілів – інформаційна дивергенція Кульбака-Лейблера. Відмінність визначається за значенням інформаційного показника (нормованої дивергенції), яка представляє собою відношення дивергенції еталонного зображення та поточного.

Ключові слова: дивергенція Кульбака-Лейблера, оптико-електронна система, виявлення змін зображень, спектральний склад зображення.

Abstract

The work is devoted to the development of a method that allows, using the spectral characteristics of objects, to detect changes in the spectral composition of the detection area, which is observed with the help of an optical-electronic system. To detect differences in images, the work uses an informational measure of the distance of probability distributions from each other - Kullback-Leibler informational divergence. The difference is determined by the value of the information indicator (normalized divergence), which is the ratio of the divergence of the reference image and the current one.

Keywords: Kullback-Leibler divergence, electro-optical system, image change detection, image spectral composition.

Виявлення змін у зображенні – важлива задача в області обробки зображень. Практичне застосування дане завдання знаходить в системах автопілотування, індексування зображень і відео, охоронних системах та особливо у військовій сфері [1].

За останній час було створено низку методів виявлення змін зображень. Однак відомо, що жоден з них не є оптимальним і застосовним до всіх випадків [2].

Метою роботи є розробка методу, що дозволяє виявити зміни спектральної структури зображення з використанням нормованої інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера. Основною перевагою даного методу є отримання числового значення різниці математичних очікувань, що дає можливість оцінити чи відбулася зміна зображення і якою мірою.

Аналіз пристроїв виявлення та ідентифікації зображень об’єктів за спектральними ознаками з використанням оптико-електронних систем дозволяє зробити висновок, що для виявлення змін структури зображення необхідно використовувати детектори змін. Детектори змін включають досліджувані зображення та обчислювальний пристрій, що забезпечує цифрову обробку зображень з подальшою оцінкою отриманих результатів.

В якості ознак, які свідчать про зміну просторово статистичних властивостей спектральних зображень, у роботі використовується зміна їх інформативності. Інформативність зображення в оптико-електронних системах виявлення визначається кількістю інформації, яка може бути корисною для правильного поділу розподілів сигналів, що належать до класів ω_L та ω_R , відомою як інформаційна дивергенція Кульбака-Лейблера [3]. Інформаційна дивергенція (відносна ентропія), є математичним очікуванням відношення правдоподібності і використовується в завданнях статистичної обробки для роздільності двох класів за різницею їх математичних очікувань:

$$D = \int_{\mathfrak{R}} p(\bar{X} / \omega_L) \ln \frac{p(\bar{X} / \omega_L)}{p(\bar{X} / \omega_R)} d\bar{X} - \int_{\mathfrak{R}} p(\bar{X} / \omega_R) \ln \frac{p(\bar{X} / \omega_L)}{p(\bar{X} / \omega_R)} d\bar{X}, \quad (1)$$

де $p(\bar{X} / \omega_L)$ – щільність ймовірності прийнятої реалізації за наявності сигналу класу ω_L ;
 $p(\bar{X} / \omega_R)$ – щільність ймовірності прийнятої реалізації за наявності сигналу класу ω_R ;
 $\ln p(\bar{X} / \omega_L) / p(\bar{X} / \omega_R)$ – відношення правдоподібності для класів ω_L та ω_R .

Метод виявлення змін у структурі зображень полягає в порівняльному аналізі, який здійснюється за величиною статистичних розподілів сигналів двох класів ω_L та ω_R , що належать до двох зображень – О (еталонного) та Т (поточного).

Метод включає наступні операції:

По-перше: в результаті реєстрації випромінювання деякого предметного простору формується два повнокольорових цифрових RGB зображення. Одне з них приймається за еталонне, а інше – за поточне.

По-друге: у кожному із зображень необхідно виділити дві однаково симетрично розташовані ділянки з однаковою кількістю пікселів та ансамблями сигналів, що належать до класів ω_L (складає ліву частину зображення) та ω_R (складає праву частину зображення).

По-третє: відповідно до кольорової моделі RGB кожен елемент вихідного кольорового зображення з координатами (i, j) представляється у вигляді вектору $\bar{X}_{i,j} = [x_R(i, j), x_G(i, j), x_B(i, j)]^T$ 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.

Використовуючи цифрову обробку зображень, слід обчислити в зображеннях О та Т міру віддаленості один від одного двох ймовірнісних розподілів, що належать до класів ω_L та ω_R та підкоряються нормальному закону з відповідними щільностями ймовірності.:

$$p(\bar{X} / \omega_L) = N(\bar{\mu}_L, \Gamma_L); \quad (2)$$

$$p(\bar{X} / \omega_R) = N(\bar{\mu}_R, \Gamma_R), \quad (3)$$

де $\bar{\mu}_L$ та $\bar{\mu}_R$ – математичні очікування спектрального складу лівої та правої частини зображення; Γ_L та Γ_R – кореляційні матриці спектрального складу лівої та правої частини зображення.

По-четверте: для застосування методу виявлення змін спектральної структури поточного зображення Т по відношенню до еталонного О необхідно скористатися наступними виразами, отриманими на основі виразу (1):

$$D_O = \frac{1}{2} \left[\bar{\xi}_O^T (\Gamma_{O_L}^{-1} + \Gamma_{O_R}^{-1}) \bar{\xi}_O + tr(\Gamma_{O_L} \Gamma_{O_R}^{-1} + \Gamma_{O_R} \Gamma_{O_L}^{-1} - 2I) \right]; \quad (4)$$

$$D_T = \frac{1}{2} \left[\bar{\xi}_T^T (\Gamma_{T_L}^{-1} + \Gamma_{T_R}^{-1}) \bar{\xi}_T + tr(\Gamma_{T_L} \Gamma_{T_R}^{-1} + \Gamma_{T_R} \Gamma_{T_L}^{-1} - 2I) \right], \quad (5)$$

де $\bar{\xi}_O = \bar{\mu}_{O_L} - \bar{\mu}_{O_R}$ – вектор різниці математичних очікувань сигналів лівої та правої частин еталонного зображення; $\bar{\xi}_T = \bar{\mu}_{T_L} - \bar{\mu}_{T_R}$ – вектор різниці математичних очікувань сигналів лівої та правої частин поточного зображення; I – одинична матриця; $tr(\bullet)$ – слід матриці; Γ_{O_L} та Γ_{O_R} – кореляційні матриці спектрального складу лівої та правої частин еталонного зображення; Γ_{T_L} та Γ_{T_R} – кореляційні матриці спектрального складу лівої та правої частин поточного зображення.

По-п'яте: слід зробити розрахунок нормованої дивергенції Кульбака-Лейблера (зробити порівняння отриманих дивергенцій) за виразом:

$$R = D_O / D_T. \quad (6)$$

Якщо величина дивергенції Кульбака-Лейблера в зображеннях однакова, то зміни в структурі цих зображень відсутні і нормована дивергенція буде дорівнювати $R = D_O / D_T \approx 1$. У випадку, коли величини дивергенції Кульбака-Лейблера в зображеннях не однакові, то структура поточного зображення по відношенню до еталонного зображення зазнала змін та нормована дивергенція буде дорівнювати $R = D_O / D_T \neq 1$.

Припустимо, що мається кольорове еталонне зображення (рис. 1). На ньому зображена автомобільна стоянка з розташованими на ній автомобілями. Дане зображення отримане за допомогою цифрового фотоапарату, який було встановлено на літальному апараті. Знімок зроблений в простих метеороумовах та містить 2880×2346 елементів роздільної здатності (пікселів). Використавши вираз (4), зробимо розрахунок величини дивергенції Кульбака-Лейблера. Отримаємо, що $D_O = 6,165$.

Припустимо, що мається поточне зображення №1 (рис. 2), яке буде точно дорівнювати еталонному (зміни в структурі поточного зображення по відношенню до еталонного відсутні). Використавши вираз (5), зробимо розрахунок величини дивергенції Кульбака-Лейблера поточного зображення №1. Отримаємо, що $D_1 = 6,165$. Використавши вираз (6), зробимо розрахунок нормованої дивергенції: $R_1 = D_O / D_1 = 6,165 / 6,165 = 1$.

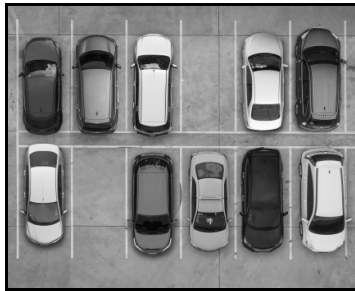


Рис. 1. Еталонне зображення



Рис. 2. Поточне зображення №1

Розглянемо низку випадків, у яких відбулася зміна спектральної структури поточне зображення по відношенню до еталонного.

Припустимо, що маються: поточні зображення №2, №3, №4, №5, №6 (рис. 3-7). Ці зображення відрізняються від еталонного зображення. Місця стоянки, звільнені від автомобілів, позначені контурами квадратів.

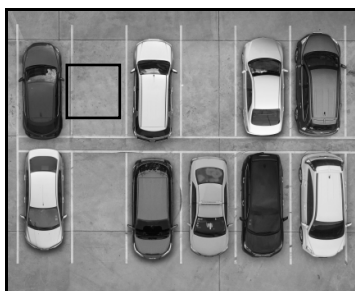


Рис. 3. Поточне зображення №2

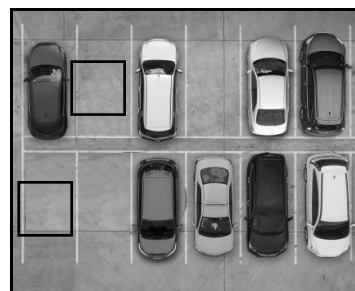


Рис. 4. Поточне зображення №3

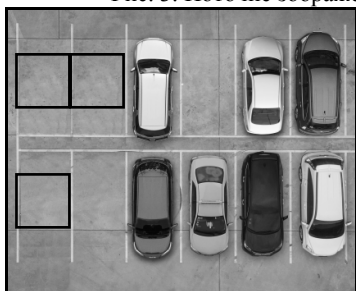


Рис. 5. Поточне зображення №4

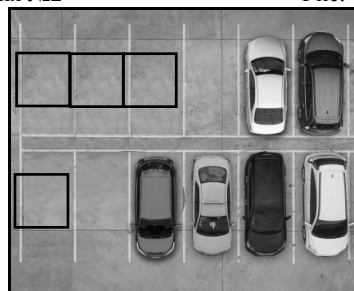


Рис. 6. Поточне зображення №5



Рис. 7. Поточне зображення №6

Використавши вираз (5), зробимо розрахунок величини дивергенції Кульбака-Лейблера цих зображень. Отримаємо:

$$D_2 = 6,452, D_3 = 7,537, D_4 = 7,553, D_5 = 30,328, D_6 = 92,609.$$

Слід відмітити, що в цих випадках про відмінність цих зображень від еталонного свідчить не тільки їх візуальний аналіз, але й чисельний розрахунок структури цих зображень.

Незначна зміна величини дивергенції поточного зображення №4 по відношенню до величини дивергенції поточного зображення №3 можна пояснити кольором автомобіля, який залишив місце своєї стоянки. Він має червоне забарвлення. Асфальтове покриття стоянки також має складову переважно червоного кольору. Тому незначна зміна кількості пікселів червоного відтінку призвело до незначної зміни величини дивергенції.

Відповідно, значення нормованої дивергенції буде дорівнювати:

$$R_2 = D_0 / D_2 = 6,165 / 6,452 = 0,956;$$

$$R_3 = D_0 / D_3 = 6,165 / 7,537 = 0,818;$$

$$R_4 = D_0 / D_4 = 6,165 / 7,553 = 0,816;$$

$$R_5 = D_0 / D_5 = 6,165 / 30,328 = 0,203;$$

$$R_6 = D_0 / D_6 = 6,165 / 92,609 = 0,067.$$

На рисунку (рис. 8) представлений графік, що ілюструє залежність нормованої дивергенції Кульбака-Лейблера (відношення величин дивергенції Кульбака-Лейблера поточного та еталонного зображень) від зміни кількості елементів зображення (автомобілів, які залишили місце стоянки), що характеризується кількістю змінених елементів (пікселів) в порівнянні з еталонним зображенням.

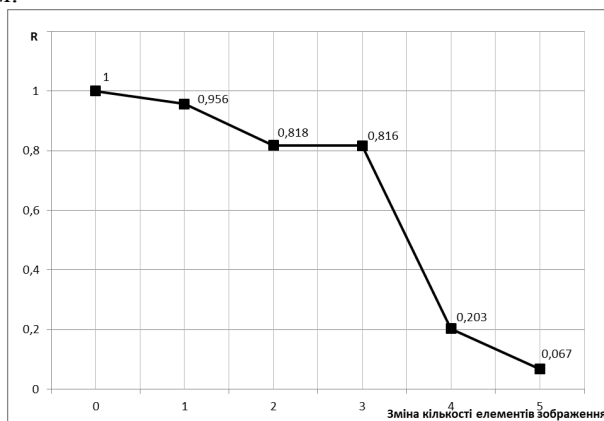


Рис. 8. Графік залежності нормованої дивергенції Кульбака-Лейблера від зміни кількості елементів зображення

Отже, проаналізувавши результати математичного моделювання, можна зробити наступні висновки:

1. Метод дозволяє виявити зміни спектрального складу області виявлення, отриманих з використанням оптико-електронної системи.

2. Величина дивергенції Кульбака-Лейблера прямо пропорційна кількості змінених елементів зображення (пікселів). Вона в числовому значенні характеризує на скільки поточне зображення відрізняється від еталонного, при чому ця різниця особливо відчутна, коли кількість змінених елементів (автомобілів) перевищує 50% від кількості елементів (автомобілів) лівої частини еталонного зображення (рис. 7).

3. Чим більше поточне зображення відрізняється від еталонного, тим більше від одиниці буде відрізнятися значення нормованої дивергенції.

Робота присвячена розробці методу, який дозволяє, використовуючи спектральні ознаки об'єктів, виявити зміни в структурі зображень отриманих з використанням оптико-електронної системи. Відмінність виявляється за значенням інформаційного показника (нормованої дивергенції), що являє собою відношення дивергенції еталонного зображення та поточного. Проведено математичне моделювання методу виявлення змін у структурі багатоспектральних зображень. Показано, що якщо відмінність між двома зображеннями відсутня, то нормована

дивергенція дорівнює одиниці. Відповідно, чим більше поточне зображення відрізняється від еталонного, тим більше від одиниці буде відрізнятися значення нормованої дивергенції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борзов А. Б., Лихоеденко К. П., Муратов И. В., Павлов Г. Л., Сучков В. Б. Анализ селективных признаков наземных радиолокационных целей. *Журнал радиоэлектроники*. 2009. №9. С. 3-16. <http://jre.cplire.ru/win/sep09/2/text.pdf>.
2. Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*. 2004. Vol. 25. No. 12. P. 2365–2407. <https://www.researchgate.net/publication/235245895>.
3. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов. Москва : Наука, 1979. 367 с.

Купченко Леонід Федорович - доктор технічних наук професор, старший викладач кафедри фізики та радіоелектроніки Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: kupchenko.leonid@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8599-1944>.

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 (штатний) науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: tema0504@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8536-4924>.

Риб'як Анатолій Степанович - кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу (розвитку, підготовки та застосування угруповань Повітряних Сил) науково-дослідного управління (розвитку і застосування Повітряних Сил) наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: anattoliy@meta.ua. <https://orcid.org/0000-0002-7922-3690>.

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>.

Kupchenko Leonid F. - Doctor of Engineering Science Professor, Senior Lecturer of the Department of Physics and Radioelectronics of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: kupchenko.leonid@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8599-1944>.

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 (full-time) 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>.

Rybiak Anatoly S. - PhD in Engineering, leading researcher of the research department (development, training and application of Air Force groups) of the research department (development and application of the Air Force) of the Air Force Research Center of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: anattoliy@meta.ua. <https://orcid.org/0000-0002-7922-3690>.

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>.

М.В. Куравський, В.А. Таршин

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ РІЗНОСПЕКТРАЛЬНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Анотація

Розглянуто шляхи оптимізації роботи різноспектральних оптико-електронних систем спостереження безпілотних літальних апаратів. Запропоновано порядок приведення різноспектральних різноспектральних зображень до одного розміру, масштабу та палітри кольорів з метою їх подальшого комплексування та отримання зображення яке поєднуватиме в собі інформативні ознаки кожного оптичного каналу.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, оптико-електронна система спостереження, різноспектральні зображення, комплексування зображень.

Abstract

Ways to optimize the operation of multispectral optical-electronic surveillance systems for unmanned aircraft are considered. The procedure for bringing multispectral multispectral images to the same size, scale and color palette is proposed in order to further integrate them and obtain an image that combines the informative features of each optical channel/

Keywords: unmanned aircraft, optical-electronic surveillance system, multispectral images, image fusion.

З досвіду отриманого особисто авторами під час застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для забезпечення бойових дій підрозділів сил оборони України встановлено, що наявність окремих телевізійних (ТВ) та інфрачервоних (ІЧ) каналів теоретично дозволяє забезпечити цілодобове спостереження за об'єктами (цілями), у той же час, є ряд особливостей у отриманні зображень об'єктів і фонів в складних умовах спостереження та відображення об'єктів на них. В першу чергу це пов'язано з:

різними технічними характеристиками різноспектральних каналів, реалізованих в оптико-електронних системах спостереження;

різними фізичними принципами отримання інформації різними спектральними каналами та їх ефективністю в різних, у тому числі, складних умовах спостереження;

яскравісними, контрастними та структурними особливостями (змінами) об'єктів і фонів;

застосуванням противником засобів маскування об'єктів та зниження помітності для засобів спостереження;

створенням хибних об'єктів.

Метою роботи є визначення шляхів оптимізації режимів роботи різноспектральних оптико-електронних систем спостереження безпілотних літальних апаратів.

Проаналізувавши технічні характеристики оптичних модулів та варіанти просторової деформації зображень отриманих з ТВ та ІЧ каналів спостереження БпЛА, можливо виділити декілька груп розташування зображень одне відносно одного:

- збігаються за розміром та співпадають в горизонтальній і вертикальній площинах;
- ІЧ зображення є частиною ТВ Зображення.

При першому варіанті вихідні зображення практично відразу готові для комплексування, необхідно лише привести їх до однієї палітри кольорів. Другий варіант більш складний та потребує додаткової обробки вихідних зображень, що можливо зробити виконавши декілька етапів.

По-перше оскільки зображення отримане з ІЧ каналу має меншу роздільну здатність, попередньо необхідно використовувати багатокадрові методи підвищення деталізації для приведення зображень до одного розміру та покращення якості.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

По-друге виділення (за допомогою операторів Соббела, Канні, Превітт, тощо) та опис окремих інформативних ознак (за допомогою графів, найближчих сусідів, тощо) таких як контури, кути, замкнуті області або текстури.

Третій етап, це пошук збігу виділених ознак на вихідних зображеннях використовуючи фазову кореляцію, крос-кореляцію або метод взаємної інформації.

Визначивши відповідність виділених ознак, проводиться афінне перетворення зображень для приведення до однакових масштабів та кутів спостереження.

На останньому етапі проводиться безпосереднє суміщення зображень у відповідності до визначеного методу комплексування та поєднання інформативних ознак від кожного каналу спостереження на одному зображенні.

Запропонований варіант оптимізації режимів роботи різноспектральних оптико-електронних систем спостереження БпЛА покращує ведення спостереження в складних умовах та підвищує імовірність виявлення необхідних об'єктів на більш інформативному зображенні отриманому в результаті комплексування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Manjunath V. Joshi Multiresolution Image Fusion in Remote Sensing / Kishor P. Upla . – Cambridge: «Cambridge university press», 2019. – 255 p.

2. Колобродов В.Г. Комплексування інформації в багатоканальних оптико-електронних системах спостереження: монографія / В.І. Микитенко. – Київ: «Аверс», 2013. - 178 с.

Куравський Максим Віталійович — ад'юнкт науково-організаційного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. і. Кожедуба, Харків, e-mail: darin66612@gmail.com

Таршин Володимир Анатолійович — д-р техн. наук, професор, заступник начальника університету, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. і. Кожедуба, Харків

Kyравskiy Maksym V. — Doctoral Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, email : darin66612@gmail.com

Tarshyn Volodymyr A. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Deputy head of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

М.В. Кривенков, І.В. Кірієнко, О.С. Білозьоров

ТАКТИЧНА МЕРЕЖА ОБМІНУ ДАНИМИ В АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ: ШЛЯХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Анотація

В роботі проводиться огляд та аналіз тактичної мережі обміну даними, якомогаже бути застосована для вирішення задач авіації Повітряних Сил Збройних Сил України. Основні тенденції розвитку озброєння та військової техніки передових у військово-технічному відношенні держав, а також досвід збройних конфліктів останнього часу показує, що одним з пріоритетних напрямків в забезпеченні ефективного управління військами і силами є удосконалення засобів передачі даних.

Ключові слова: мережа передачі даних, засоби зв'язку, Link 16, таймслот, МіГ-29.

Abstract

The paper considers an overview is made of the analysis of the tactful measure of the exchange of tribute, as it can be designed for the accomplishment of the tasks of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine. The main trends in the development and development of the military technology of the advanced powers in the military-technological state, as well as the development of successful conflicts in the rest of the hour show one of the priority directions in ensuring the effective management of military forces and forces is to improve the transfer of data.

Keywords: data transmission line, means of communication, Link-16, timeslot, MiG-29.

Аналіз основних тенденцій розвитку озброєння та військової техніки в передових країнах та досвіду останніх збройних конфліктів з військово-технічної точки зору показує, що одним із пріоритетних напрямків забезпечення ефективного управління військами є вдосконалення засобів зв'язку і передача даних. Тактична мережа обміну даними забезпечує підвищену ситуаційну обізнаність та доступ у режимі реального часу до критично важливої інформації. Завдяки мережевим та комунікаційним можливостям ефективність бойових дій підвищується у геометричній прогресії.

Ефективність застосування підрозділів авіації при виконанні окремих завдань або у складі оперативно-тактичних угруповань залежить, в тому числі, від якісно організованої взаємодії між ланкою управління і підпорядкованими підрозділами. Сучасні тенденції розвитку автоматизованих систем управління авіацією передбачають роботу всіх засобів зв'язку в єдиній системі обміну інформацією.

Пропонується розглянути склад та структуру комплексів бортового радіоелектронного обладнання (БРЕО) сучасних літаків (тих, що знаходяться на озброєнні Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України), які потенційно можуть виступати у якості джерел інформації для забезпечення обміну інформаційними даними:

- система виявлення повітряних та наземних (надводних) цілей, до складу якої зазвичай входять: багаторежимна радіолокаційна станція (РЛС), запитуюча апаратура системи державного розпізнавання, станція радіотехнічної розвідки (РТР), інфрачервона (ІЧ) система виявлення пусків та супроводження ракет;

- система обробки і відображення інформації, індикації та управління, що включає такі компоненти, як: обчислювальна система обробки даних в масштабі часу, близькому до реального, автоматизовані робочі місця операторів, багатофункціональні індикатори, цифрова система розподілу даних;

- система навігації, посадки, управління повітряним рухом та держрозпізнавання, яка включає до свого складу загально-літакове обладнання, таке, як: супутникова навігаційна система, апаратура радіотехнічної системи ближньої навігації та посадки, доплерівський вимірювач швидкості та кута знесення, радіовисотомір, автоматичний радіокомпас, система повітряних сигналів, літакові відповідачі управління повітряним рухом та держрозпізнавання;

- система радіоелектронної протидії, до складу якої входять: станції постановки активних завад радіо- та оптичного діапазону, автомати викиду дипольних відбивачів та хибних теплових цілей, апаратура попередження про опромінення;

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт у зразків озброєння та військової техніки”

- систему передачі даних та зв'язку, що складається: з ультракороткохвильових та короткохвильових (УКХ та КХ) радіостанцій.

Слід визнати, що завдання впровадження цифрових радіостанцій захисту від перешкод наразі є найбільш актуальним в авіаційних та інших частинах (підрозділах) ЗС України. У зв'язку з цим здійснюються заходи щодо оснащення різних видів ЗС України сучасними УКХ та КХ радіостанціями іноземного виробництва. Необхідність переоснащення обумовлена декількома причинами, першими з яких є досягнення цілей реалізації державної політики у воєнній сфері, сфері оборони і військового будівництва, що відповідають критеріям набуття повноправного членства України в НАТО, виконання заходів з оборонно-технічного співробітництва Україна – НАТО у сфері закупівель і постачання.

Тому аналіз можливостей сучасних інформаційних технологій, що використовуються збройними силами передових країн світу, з урахуванням етапів застосування цих засобів, технологій та тенденцій їх впровадження в авіацію ПС ЗС України дозволить у побудові сучасного управління. У шляху трансформації системи тактичної мережі обміну даними вибираються основні та найбільш зручні напрямки для подальшого розвитку та впровадження.

Рано чи пізно, але питання заміни радянських МіГ-29 та Су-27 у ПС ЗС України необхідно вирішувати. Тому актуальним є питання, які з американських літаків будуть максимально ефективні у небі України та які США погодяться передати. Ухвалення закону про ленд-ліз для України означає, що США можуть озброїти наші Збройні Сили всією необхідною зброєю та оснащенням, достатнім для того, щоб перемогти РФ. Будь-якого чіткого переліку поки не існує. Але якщо Київ та Вашингтон прийдуть згоди, що для перемоги необхідні винищувачі, то, швидше за все, Україна отримає винищувач F-15 і багатофункціональний F-16. Але необхідно усвідомлювати, що будь-який сучасний винищувач це надскладна високотехнологічна зброя. І над тим щоб він виконав своє завдання, окрім пілота, працюють ще десятки людей на землі. Тобто коли мова йде про отримання західних винищувачів, необхідно розуміти, що під цим поняттям криється трансформація та розвиток всього комплексу наземної інфраструктури.

Через характер технологій та обладнання, встановленого на літаку МіГ-29, існує вимога для виконання складних системних змін. У рамках модернізації МіГ-29 встановлено сучасні рідкокристалічні дисплеї, які мають можливість відображення цифрових карт. Однак на даний момент дані вводяться перед зльотом і не будуть оновлюватися під час виконання завдання. Як наслідок, пілот у польоті не може сформувати поточну ситуаційну обізнаність. Ситуація на сучасному полі бою змінюється надзвичайно динамічно. Ці зміни стосуються як положення повітряних цілей, так і наземних. Забезпечення такої кількості даних по звуковому каналу, як раз у літака МіГ-29, є архаїчним і не відповідає основним вимогам сьогодення. Враховані способи отримання джерел інформації про обстановку на полі бою зумовлюють необхідність реалізації багатьох із використовуваних стандартів обміну даними.

Однак існує можливість використання готового продукту. Одним із таких продуктів є система TADIL-J/Link 16. Вона надає багато унікальних можливостей міжнародної взаємодії. Запропонована системна архітектура в основному базується на рішеннях, представлених у документі NATO STANAG 5516 “Обмін тактичною інформацією – Link 16” (“Tactical Data Exchange”).

Пропонується систему військової тактичної мережі обміну даними для трансформації та розвитку в авіації Повітряних Сил Збройних Сил України. Однією із розроблених систем, яка успішно експлуатується сьогодні в США та країнах НАТО, є Link 16 (TADIL-J). Link 16 (TADIL-J) – тип військової тактичної мережі обміну даними, близьким до реального. Є однією з складових частин сімейства тактичних мереж передачі даних TADIL (Tactical Digital Information Link). Це комунікаційна, навігаційна та ідентифікаційна система, яка підтримує обмін даних між тактичним командуванням, літаками, кораблями та наземними підрозділами, які забезпечують підтримку та інформаційний обмін систем управління, контролю, розвідки та аналізу і прийняття рішень. Компонентом радіопередачі та прийому Link 16 (TADIL-J) є об'єднана система поширення тактичної інформації (JTIDS) або багатофункціональна система поширення інформації (MIDS). Ці високопродуктивні термінали передачі даних які працюють в діапазоні УКХ, в зоні прямого бачення зі стрибкоподібною перестройкою частоти забезпечують безпечний, стійкий до перешкод обмін голосовими та цифровими даними. Поділ ресурсів каналу здійснюється за принципом TDMA (Time Division Multiple Access), в якому часові інтервали розподіляються серед усіх учасників мережі для передачі та прийому даних. TDMA (Time Division Multiple Access - множинний доступ з поділом за

часом) - спосіб використання радіочастот, коли в одному частотному інтервалі знаходяться кілька абонентів, різні абоненти використовують різні часові слоти (інтервали) для передачі. Є додатком мультиплексування каналу з розділенням часу (TDM — Time Division Multiplexing) до радіозв'язку. Таким чином, TDMA надає кожному користувачу повний доступ до інтервалу частоти протягом короткого періоду часу.

Отже, в роботі розглянуто обладнання винищувачів, яке може виступати джерелом інформаційних даних при участі обміну в мережі, розглянуто питання шляху трансформації та розвитку для збільшення ефективності бойових дій авіації при всебічному інформаційному забезпеченні в умовах роботи в єдиному інформаційному просторі, розглянуто існуючі системи побудови мережі зв'язку та обміну інформаційними повідомленнями між повітряними суднами та іншими компонентами збройних сил.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Климченко В. Й., Камалтинов Г. Г., Колеснік О. М. Можливі варіанти використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення і управління у Збройних Силах України. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2012. № 2(31). С. 69-74.

2. Гриб Д.А. Деякі аспекти можливого використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення та управління у Збройних Силах України / Гриб Д.А., Лещенко С.П., Климченко В.Й., Камалтинов Г.Г., Колеснік О.М. // Наука і оборона. – 2013. – Вип. № 1. – С. 64 – 72.

3. Про Стратегію воєнної безпеки України: Указ Президента України від 25 берез. 2021 р. № 121. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/1212021-37661> (дата звернення 12.01.2022).

4. Місія України при НАТО. Співробітництво Україна-НАТО у військовій сфері. Офіційний сайт GOV.UA: веб-сайт. URL: <https://nato.mfa.gov.ua/ukrayina-ta-nato/spivrobitnictvo-ukrayina-nato-u-vijskovij-sferi>. (дата звернення 02.01.2022).

5. Про 30-те засідання Спільної робочої групи Україна-НАТО з оборонно-технічного співробітництва. Офіційний сайт GOV.UA: веб-сайт. URL: <https://nato.mfa.gov.ua/news/pro-30-te-zasidannya-spilnoyi-robochoyi-grupi-ukrayina-nato-z-oboronno-tehnichnogo-spivrobitnictva> (дата звернення 02.01.2022).

6. FM 6-24.8. Introduction To Tactical Digital Information Link J And Quick Reference Guide: Air Land Sea Application Center. USA. Washington, 2020. 148 p.

7. Anca Stoica. Tactical Data Link – from LINK 1 to LINK 2. “Mirceacel Batran” Naval Academy Scientific Bulletin. 2016. Volume XIX. Issue 2. 54 p

Кривенков Микола Володимирович – молодший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інженерно-авіаційного факультету, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, email: nikolaikr4104@gmail.com

Кірієнко Ігор Вячеславович – молодший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інженерно-авіаційного факультету, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, email: kirgoff1996as@gmail.com

Білозоров Олексій Сергійович – молодший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інженерно-авіаційного факультету, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, email: belozrov93@gmail.com

Kryvenkov Mykola Volodymyrovych – junior researcher of the research laboratory of the faculty of aviation engineering, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, email: nikolaikr4104@gmail.com

Kirienko Ihor Viacheslavovych – junior researcher of the research laboratory of the faculty of aviation engineering, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, email: kirgoff1996as@gmail.com

Bilozorov Oleksii Sergiyovych – junior researcher of the research laboratory of the faculty of aviation engineering, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozheduba, Kharkiv, email: belozrov93@gmail.com

М.Г. Домненко

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ З МЕТОЮ УТРУДНЕННЯ АБО НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ СУПРОТИВНИКА

Анотація.

Запропоновано організаційні та технічні заходи щодо захисту бойових позицій військ РТВ від високоточної зброї супротивника.

Ключові слова: високоточні боеприпаси, які наводяться на радіовипромінювання та інфрачервоне випромінювання, система управління, система зв'язку, автоматизовані системи управління військами, безпілотні авіаційні комплекси.

Abstract.

Organizational and technical measures are proposed to protect the combat positions of the RTV troops from the enemy's high-precision weapons.

Keywords: high-precision munitions guided by radio radiation and infrared radiation, control system, communication system, automated military control systems, unmanned aviation complexes.

Успіх військ у всіх видах бойових дій будь-якої армії залежить від прийнятої системи управління військами. У свою чергу вона (система управління військами) являється організаційно-технічною основою процесу управління військами. Ця система включає у себе:

органи управління;

пункти управління;

засоби управління – зв'язок, оповіщення та комплекси автоматизованого управління, а також інші спеціальні засоби.

З метою збільшення ефективності управління військами у сучасних арміях використовуються автоматизовані системи управління військами (далі – АСУВ). Які представляють із себе взаємопов'язану сукупність засобів обробки інформації, передачі даних та зв'язку, яка забезпечує автоматизацію процесів збору, аналізу й оцінки обстановки, прийняття рішень, планування, доведення цих рішень до військ (сил) та контроль за ходом їх виконання. Одне з важливих складових автоматизованої системи управління військами – математичне забезпечення оперативних (тактичних) задач та моделей операцій (бойових дій).

Виходячи з вищевикладеного можна дійти висновку про те, що технічну основу системи управління становлять засоби зв'язку та АСУВ. Без цих елементів будь-яка система управління не здатна виконати покладені на неї завдання. Про важливість цього питання для управління військами може слугувати документ Ставки Верховного Головнокомандувача Червоної армії, який був доведений військам 24.07.1942 р. під час ведення Сталінградської битви: «Втрата зв'язку – є втрата управління, а втрата управління військами в бою веде неминуче до поразки».

З цієї причини одним із головних завдань авіації, артилерії, військ спеціальних операцій, диверсійно-розвідувальних груп, підрозділів розвідки усіх видів та партизан є виявлення місць розгортання пунктів управління, елементів системи зв'язку та АСУВ з метою їх знищення повного або часткового виведення з ладу особового складу та техніки, якою вони оснащені. Водночас, успішна реалізація вищезазначених завдань силами спеціальних операцій, розвідниками та партизанами передбачає як мінімум застосування вогнепальної зброї під час нападів. У свою чергу це призводить до організації та ведення бойових дій в районах розташування штабів, пунктів управління, вузлів зв'язку та їх елементів, включаючи окремі проводові, радіо, радіорелейні, тропосферні лінії (станції) зв'язку. Безумовно, в процесі ведення бойових дій, як правило, мають місце втрати особового складу і техніки. Мета будь-якого командира полягає у мінімізації втрат особового складу, а досягти її виконання можливо тільки у разі застосування сучасних технічних засобів.

Оскільки система управління військами має першочергове значення, її охороні і обороні противник приділяє особливу увагу. Для цього він залучає необхідні сили і засоби, організує і планує сумісні дії військ для забезпечення їх захисту від нападу з будь-якого напрямку та будь-якими силами.

У такій ситуації особливо важливе значення набуває використання безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпЛА) для вирішення завдань впливу на систему управління військами супротивника. Використання таких засобів може мати за мету:

точкове знищення шляхом прицільного бомбардування окремих елементів систем управління, зв'язку та АСУВ, систем електроживлення, елементів транспортного забезпечення пунктів управління та їх льотно-підйомних засобів, місць відпочинку та харчування оперативного складу;

ураження груп противника в районах розміщення пунктів управління та вузлів зв'язку; застосування спеціальних радіоелектронних засобів (передавачів разового використання, які вибухають при спробі взяти їх в руки – далі ПРВ) для придушення або створення перешкод в роботі радіорелейного, тропосферного, космічного зв'язку та засобів АСУВ.

Цілями для прицільного бомбометання з БпЛА можуть бути й окремі елементи системи зв'язку: антенно-фідерні пристрої та апаратні радіо, радіорелейних, тропосферних та космічних станцій, машини бойового управління, апаратні АСУВ, окремі командно-штабні машини (у тому числі й броньовані).

ПРВ матимуть за мету не тільки придушити, а й створювати перешкоди в роботі радіоелектронних засобів (далі – РЕЗ) штабів та пунктів управління з'єднань та військових частин.

БпЛА можуть послідовно встановлювати ПРВ на місцевості або десантувати їх парашути з метою забезпечення найбільшого покриття території, де розгорнуті штаби (пункти управління) та вузлів зв'язку, перешкодами. Оскільки РЕЗ вищезазначених об'єктів випромінюють у навколишнє середовище значні потужності, здійснити їх придушення практично не можливо з причини малої потужності передавача ПРВ, а забезпечити блокування систем прийому різноманітних систем цілком можливо.

У разі створення суцільного покриття території пункту управління противника перешкодами, функціонування засобів зв'язку, оповіщення та АСУВ противника буде повністю паралізоване, що змусить його або займатися пошуком та знищенням ПРВ, або терміново змінювати місце розташування пункту управління. У будь-якому випадку це призведе до «паралічу» системи управління військами на певний період часу.

Не виключається і варіант використання ПРВ для їх розміщення безпосередньо в корпусі БпЛА або на спеціальній підвісній системі до нього. При такому варіанті застосування ПРВ БпЛА здатні забезпечити надійне придушення роботи РЕЗ на тривалий час, а у випадку організації їх роботи по-змінно – параліч системи управління призведе до повного зриву процесу управління військами на необмежений час.

БпЛА, які будуть виконувати завдання придушення або порушення роботи РЕЗ противника, що розгортаються у штабах, пунктах управління, вузлах зв'язку та АСУВ, за умов широкого використання, здатні забезпечити виконання завдання із забезпечення значного впливу на систему управління військами, що дозволить повністю або частково унеможливити або утруднити процес управління військами супротивника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рипенко Ю. Б. *Управління військами*. Серія: Командос, Видавництво: Харвест, АСТ, 2006 г. ISBN 978-5-17-036929-4
2. Рендулич Л. *Управління військами*. – М.: Воєнвиздат, 1974.

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

Domnenko Mykola Hryhorovyc – Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: n.g.domnenko@gmail.com

М.Г. Домненко

ЗАХИСТ БОЙОВИХ ПОЗИЦІЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ВІД ВИСОКОТОЧНОЇ ЗБРОЇ СУПРОТИВНИКА

Анотація.

Запропоновано організаційні та технічні заходи щодо захисту бойових позицій військ РТВ від високоточної зброї супротивника.

Ключові слова: високоточні боєприпаси, які наводяться на радіовипромінювання та інфрачервоне випромінювання.

Abstract.

Organizational and technical measures are proposed to protect the combat positions of the RTV troops from the enemy's high-precision weapons.

Keywords: high-precision munitions guided by radio radiation and infrared radiation.

Високоточна зброя (далі ВТЗ) – зброя оснащена системою управління, яка забезпечує ураження об'єкту одним боєприпасом в межах дальності його дії з імовірністю не менше 0,5. Сучасні високоточні боєприпаси забезпечують ймовірне відхилення по колу від точки наведення до 1 м. Така точність досягається за допомогою систем наведення або самих засобів ураження. Це зброя шостого покоління. Вона дозволяє завдавати дуже точних ударів по атакованих об'єктах. До високоточної зброї відносять різноманітні наземні, авіаційні і корабельні ракетні комплекси, бомбардувальні і артилерійські комплекси керованого озброєння, а також розвідувально-ударні комплекси. Інакше – високоточний боєприпас (англ. PGM), це керований боєприпас, призначений для точного ураження окремої цілі, зменшення побічної шкоди та підвищення смертоносності проти намічених цілей.

Прикладом ефективності дії такої зброї може слугувати факт ліквідація лідера непризнаної Росією Чеченської республіки Ічкерія Джохара Дудаєва 21.04.96 р. ФСБ Росії встановила, що генерал-майор Дудаєв часто користується супутниковим зв'язком. Для визначення координат його місця знаходження у повітря був піднятий спеціальний літак-розвідник, який точно передав штурмовикам СУ-25 необхідні дані для нанесення удару. Штурмовики випустили дві ракети, які самонаводилися на радіовипромінювання супутникового телефона Дудаєва. Одна з них не вибухнула, а друга влучила в ціль.

Серед великої кількості ВТЗ різного призначення існують боєприпаси, які самонаводяться на броньовані об'єкти, зразки авіаційної техніки, які здійснюють політ, надводні і підводні об'єкти військово-морських сил, скупчення озброєння та військової техніки (у тому числі й спеціальні фортифікаційні споруди, де розташовуються захищені пункти управління), а також радіоелектронні засоби (далі – РЕЗ), які випромінюють у простір радіосигнали, об'єкти, які випромінюють у навколишнє середовище інфрачервоне випромінювання (тепло).

На бойових позиціях підрозділів радіотехнічних військ (далі – РТВ) розташовуються різноманітні засоби РЕЗ. До них відносяться радіолокаційні станції (далі – РЛС) та засоби зв'язку (у тому числі й радіостанції середньої потужності різних діапазонів хвиль). Кожен із вищезазначених РЕЗ випромінює у простір радіосигнали різної потужності та призначення, які противником фіксуються та запам'ятовуються у довгостроковій пам'яті військової техніки.

Більше того, противник точно визначає координати місця знаходження кожного зразка РЕЗ. Це дає йому можливість здійснювати авіаційні та ракетні удари по конкретних зразках техніки, користуючись тільки координатами їх розташування.

Разом з цим кожна РЛС та радіостанція середньої потужності, які розгорнуті на бойовій позиції РТВ, мають своє джерело електроживлення (дизельний або бензоелектричний агрегат), які випромінюють у навколишнє середовище велику кількість інфрачервоного випромінювання (тепла). Самі ж РЛС та радіостанції середньої потужності, розташовані у КУНГах,

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

напівпричепах та причепах також випромінюють інфрачервоне випромінювання у значно меншій мірі ніж засоби електроживлення.

Отже, позиції військ РТВ можуть представляти для ворога одну із важливих цілей. Особливо це питання буде актуальним в період масованого нападу авіації, який планує противник. У такому разі об'єктами нападу високоточної зброї можуть стати РЕЗ військ РТВ та їхні засоби зв'язку з метою «осліплення» протиповітряної оборони України.

Очевидно, для знищення РЛС та засобів зв'язку військ РТВ противник буде намагатися знищувати бойову техніку та особовий склад за допомогою високоточних боеприпасів, які самонаводяться на джерела радіовипромінювання, а для знищення особового складу та джерел електроживлення будуть застосовані високоточні боеприпаси, які самонаводяться на інфрачервоне випромінювання. Адже серед всіх відомих засобів ураження такі боеприпаси мають найбільшу ефективність.

Для захисту військ РТВ від боеприпасів які самонаводяться на радіовипромінювання заздалегідь проводяться наступні заходи:

організується оповіщення в системі протиповітряної оборони про загрозу авіаційного удару;

в загрозовий період РЛС працюють в режимі обмеження кількості робочих частот, а при наблизненні небезпеки припиняють свою роботу;

заздалегідь плануються та систематично проводяться спеціальні тренування для укриття особового складу та техніки від високоточних боеприпасів;

організується моніторинг за траєкторією польоту високоточного боеприпасу;

у безпечній від вибухів зоні облаштовуються позиції застарілими засобами РЕЗ, антенні засоби яких, по можливості, виносяться від станцій, станції включаються на передачу для імітації хибних цілей високоточної зброї;

особовий склад РТВ укривається в спеціально підготовлених інженерних спорудах.

Заходи, які запроваджуються для захисту від боеприпасів, які самонаводяться на інфрачервоне випромінювання можуть бути наступними:

заздалегідь причепа джерел електроживлення розміщуються у капонірах з метою зменшення площі інфрачервоного випромінювання та ураження осколками після вибуху;

можливі канали витoku тепла ізолюються теплоізолюючими матеріалами;

особлива увага приділяється відведенню вихлопних газів джерел електроживлення;

дахи причепів та напівпричепів накривають спеціальними матами для зменшення інфрачервоного випромінювання;

у спеціальних місцях облаштовують місця для теплових пасток, якщо стандартні теплові пастки відсутні, у безпечних місцях розводять невеличкі багаття для імітації роботи джерел електропостачання;

особовий склад РТВ укривається в спеціально підготовлених інженерних спорудах.

Організаційні та технічні заходи, які проводяться у загрозовий період можуть захистити особовий склад та техніку військ РТВ від дії високоточної зброї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *М. Жирохов* Український арсенал: високоточний боеприпас «Квітник» [Архівовано 20 січня 2018 у Wayback Machine.]

2. «В Украине разработан и будет принят на вооружение артиллерии высокоточный 152-мм снаряд „Квитнык“ — Минобороны» [Архівовано 2 січня 2011 у Wayback Machine.]

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

Domnenko Mykola Hryhorovyc – Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: n.g.domnenko@gmail.com

О.А. Черток, О.Ю. Лавров, К.А. Дрозд

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ВУЗЛАХ ТА ПІДРОЗДІЛАХ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

***Анотація.** У доповіді розглянуто питання впровадження терміналів супутникового зв'язку Starlink в систему передачі даних Збройних Сил України, пропозиції щодо їх використання та подальшого вдосконалення.*

Ключові слова: засоби зв'язку, кібербезпека, системи передачі даних, термінали Starlink, Збройні Сили України.

Abstract. The report examines the introduction of Starlink satellite communication terminals into the data transmission system of the Armed Forces of Ukraine, proposals for their use and further improvement.

Keywords: means of communication, cyber security, data transmission systems, Starlink terminals, Armed Forces of Ukraine.

Широкомасштабна війна, розв'язана росією проти України 24 лютого 2022 року, вже давно не вкладається в поняття локального конфлікту середньої інтенсивності. Це стосується і просторових показників, і кількості залучених військових сил, і переконливого переліку засобів ураження та іншого високотехнологічного обладнання, які притаманні цьому військовому протистоянню [1].

Забезпеченість стійким зв'язком підрозділів Повітряних Сил Збройних Сил України, є одним із першочергових завдань в сучасних умовах обстановки. При веденні бойових дій противник залучає різні системи для ураження та подавлення наших засобів зв'язку, тому їх резервування, захист і збереження, є важливою бойовою задачею і актуальним науковим завданням.

В сучасних умовах ведення бойових дій всі засоби зв'язку інтегровані в системи передачі даних (СПД). В СПД за рахунок кодування та шифрування інформації, забезпечується більш ефективний та надійний спосіб організації бездротового та дротового зв'язку. На даний час в Збройних Силах України перспективним шляхом нарощування каналів зв'язку є впровадження та нарощування цифрових супутникових СПД, зокрема з використанням терміналів Starlink.

Перші партії терміналів супутникового зв'язку Starlink були надані Україні в рамках пакету військової допомоги від іноземних партнерів. Термінали Starlink показали себе досить ефективними при веденні бойових дій. Завдяки їх застосуванню було відновлено втрачені канали зв'язку, здійснене ефективне налагодження резервних каналів зв'язку між підрозділами при виконанні бойових завдань. Найбільш ефективно застосування супутникових терміналів було досягнуто в підрозділах, що ведуть безпосередні бойові дії та на польових вузлах зв'язку Повітряних Сил ЗС України.

На сьогодні Міністерство цифрової трансформації Україна отримує чергову партію супутникових терміналів Starlink для об'єктів соціальної інфраструктури та інших структур, що в черговий раз підтверджує їх ефективність та необхідність якнайшвидшого використання за призначенням [2].

Ефективне застосування супутникових терміналів Starlink проходить при їх адаптивній інтеграції до системи передачі даних Збройних Сил України, за умов суворого дотримання порядку і правил експлуатації, кібернетичної безпеки [3].

Проблемні питання (завдання), які в найближчий час потрібно буде вирішувати під час інтеграції супутникових терміналів Starlink до системи передачі даних Збройних Сил України, умовно можна поділити на два рівні.

На першому рівні актуальним завданням є необхідність дослідження мережевого обладнання, потрібного для фізичної інтеграції супутникових терміналів Starlink до СПД ЗС України. Мережеве обладнання повинне відповідати вимогам Військ зв'язку та кібернетичної безпеки Збройних Сил України, іншим керівним документам.

Другим рівнем вирішення проблемних питань є розробка необхідного алгоритму налаштування мережевого обладнання (у тому числі налаштування правил мережевих екранів), яке буде використовуватись при інтеграції супутникових терміналів Starlink для забезпечення безперебійної передачі даних та їх стійкому криптографічному захисті в умовах ведення бойових дій.

Відповідно до умов, в яких будуть використовуватись супутникові термінали Starlink, потрібно також вирішити наступне проблемне питання - розробити відповідний порядок і правила експлуатації даних засобів, при різних умовах застосування. В терміналах Starlink, при частій зміні позицій, є досить розповсюдженою проблемою вихід з ладу системи наведення та пошкодження самої антени, що зумовлено як екстремальними умовами використання, так і неправильною експлуатацією обладнання.

В одночас, для підвищення ефективності використання супутникових терміналів Starlink є можливість розробити систему дистанційного доступу до терміналу з використанням секторних антен (з вертикальною та горизонтальною діаграмою направленості 90-120 градусів), та додаткових антен для підключення, що може забезпечувати швидкість передачі даних до 100 Мбіт/с на дальність до 15 км. Це, в свою чергу, дасть змогу підключити необхідну кількість підрозділів до СПД в заданому секторі при одночасном зменшенні кількості використовуваних терміналів супутникового зв'язку Starlink. Розробка даної системи дозволить не лише значно підвищити ефективність використання супутникових терміналів Starlink, але й надасть можливість оперативно здійснювати відновлення та ремонт антен - за рахунок використання розповсюдженого та дешевого цивільного обладнання.

Застосування супутникових терміналів Starlink в системі передачі даних Збройних Сил України підвищує оперативність та якість управління військами. Вирішення проблемних питань при експлуатації в різних умовах обстановки, дослідження та подальша розробка системи дистанційного доступу до супутникових терміналів Starlink дозволить суттєво підвищити загальні можливості та криптографічний захист СПД.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Залужний В.Ф., Забродський М.В. Перспективи забезпечення воєнної кампанії 2023 року: український погляд // УКРІНФОРМ. – [Електронний ресурс]. – <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3566162-ak-zabezpeciti-voennu-kampaniu-u-2023-goci-ukrainskij-poglad.html>
2. 150 комплектів Starlink допомагають відновлювати зв'язок на Харківщині // [Електронний ресурс]. – // <https://www.facebook.com/mintsyfra/posts/478525884316733/>
3. Чому важливо маскувати Wi-Fi на передовій - вкрай важливий матеріал для всіх хто на передньому краї та не тільки // Defense Express. – [Електронний ресурс]. – https://defence-ua.com/minds_and_ideas/chomu_vazhливо_maskuvati_wi-fi_na_peredovij_vkraj_vazhlivij_material_dlja_vsih_hto_na_perednomu_kraji_ta_ne_tilki-7948.html

Черток Олег Анатолійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: smugalist@gmail.com.

Лавров Олег Юрійович – кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: smugalist@gmail.com

Дрозд Костянтин Анатолійович – науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, email: drozd@hups.mil.gov.ua

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Oleh Chertok – Ph.D., senior researcher of the research department of research management of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: smugalist@gmail.com

Oleh Lavrov – Ph.D., leading researcher of the research department of research management of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: smugalist@gmail.com

Kostiantyn Drozd – researcher of the Research Department of the Air Force Research Center, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, email: drozd@hups.mil.gov.ua

О.Б. Аніпко, І.Б. Ковтонюк, М.Ф. Білий

ФІЗИЧНИЙ ПРОЦЕС ЯК ПРИЗНАК ДЛЯ АНАЛІЗУ БЕЗВІДМОВНОСТІ СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Анотація.

Визначені види підтримання авіаційного парку у справному стані. Проведений аналіз справності парку літальних апаратів розвинутих країн світу. Запропоновано вирішення прихованих відмов які виникають під час експлуатації літальних апаратів та мають накопичувальний характер. Запропонований дистрибутивний підхід до виявлення прихованих відмов.

Ключові слова: готовність техніки, прихована відмова, дистрибутивний підхід.

Abstract.

The analysis of the serviceability of the fleet of air transport of developed countries was carried out. The issue of hidden failure has been raised. A distributive approach to solving the issue of hidden failure is proposed.

Key words: equipment readiness, hidden failure, distribution approach, fail-safe.

Забезпечення безотказності складної технічної системи являється задачею яка має не приходящий значення. Особливе важлива вона для об'єктів авіаційного транспорту. Оскільки він повинен забезпечувати своєчасну і безпечну доставку вантажів та пасажирів. У попередній роботі [1] було проведено аналіз технічного стану парку авіаційної техніки розвинутих країн США, Франції, Німеччини. Аналіз показав що рівень готовності з кожним роком знижується. На даний момент цей рівень у багатьох випадках не більше 50%, а в окремих випадках і більше. В Україні це питання також має місце, Але воно ускладнюється у зв'язку з тим, що ресурс наявного арку авіаційної техніки на рівні граничного ресурсу, іноді і переходить граничний ресурс.

Показанні два шляхи вирішення завдання. Перший спосіб – створення пристроїв з високою безотказністю, їх готовність на протязі всього періоду експлуатації (чи хоча б на протязі періоду міжремонтного ресурсу) буде прагнути до 100 %. Другий спосіб – створення технічних пристроїв максимально пристосованих до виявлення, усунення і попередження відмов, що технічно і організаційно дозволяє відносно швидко відновити працездатність елементів які відмовили і забезпечити їх стовідсоткову готовність на протязі міжремонтного ресурсу. Ми запропонували виділити загальні фізичні процеси, які пов'язані з інтенсивністю відмов, пов'язані з вказаними показниками суттєво різняться. На ці процеси впливають різні фактори, а саме:

- корозія;
- вібрація;
- тертя та знос;
- тиск;
- температурне навантаження;
- електромагнітне поле;
- сонячне випромінювання;
- волога.

З урахуванням цього для рішення задачі забезпечення вказаного рівня безотказності складної технічної системи необхідно:

- 1) Виявити впливові фактори та чинники;
- 2) Розробити детерміновану або стохастичну математичну модель;
- 3) За наслідками математичної моделі отримуємо інтегральну систему безотказності елементів підсистем або системи в цілому;
- 4) На результаті інтегральної системи виробити рекомендації які забезпечують необхідний рівень безотказності елементів підсистем або системи в цілому.

Таким чином розроблено новий підхід, щодо вирішення задачі стосовно складної технічної системи в основу якого покладено ознаки фізичного процесу який призводить до зміни безотказності елементів підсистеми або системи в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аніпко О.Б., Білий М.Ф. Дистрибутивний підхід до аналізу готовності авіаційного парку з формалізацією прихованих відмов. Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2020. – вип. 2. – С. 79-83.
2. Handbook of military industrial engineering / editors, Adedeji B. Badiru, Marlin U. Thomas ISBN 978-1-4200-6628-9 2009 by Taylor & Francis Group, LLC. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.
3. MILITARY HANDBOOK ELECTRONIC RELIABILITY DESIGN HANDBOOK MIL-HDBK-338B 1998 1046 p.
4. Rules of Thumb for Maintenance and Reliability Engineers/ editors R. Smith, R.K.Modly 314 p.
5. Труханов В.М. Надежность систем типа подвижных установок на этапе проектирования и испытания опытных образцов. – М Машиностроение, 2003.
6. Іленко Є.Ю. Аніпко О.Б. Управление надёжностью объектов авиационной техники как сложных технических систем. Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2005. – Вип. №2. – С. 145–149.
7. Іленко Є.Ю. Аніпко О.Б. Статистическая однородность выборки данных об отказах при эксплуатации вертолетных двигателей. Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2007. – Вип. №3. – С.37–41.
8. Іленко Є.Ю., Аніпко О.Б. Эксплуатационный цикл авиационного двигателя как критерий оценки его ресурса. Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУ ПС. – 2006. – Вип.№2(8). – С.4–6.
9. Іленко Є.Ю. Аніпко О.Б. Прогнозирование остаточного ресурса объектов вооружения и военной техники в нерасчетных условиях эксплуатации. Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. – Х.: НАКУ ім. Н.Е. Жуковського “ХАІ”. – 2008. – Вип. №1(52). – С.15–20.
10. The Military Balance 2014 IISS, 2014. –ISBN 978-1-85743-722-5.
11. The Military Balance 2016 NY: The International Institute For Strategic Studies, 2016. – 501 p.
12. The Military Balance 2018 February 2018. IISS.
13. The Military Balance 2019 February 2019. IISS.

Аніпко Олег Борисович – Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат державної премії в галузі науки і техніки, доктор технічних наук, професор, Харківський університет повітряних сил імені Івана Кожедуба, Харків.

Ковтонюк Ігор Борисович – доктор технічних наук, професор, Харківський університет повітряних сил імені Івана Кожедуба, Харків, igor_kovtonyuk@ukr.net

Білий Михайло Федорович – магістр, Харківський університет повітряних сил імені Івана Кожедуба, Харків, mixaylobiliy@ukr.net

Anipko Oleh Boryisovych – Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Laureate of the State Prize in the field of science and technology, doctor of Technical Sciences, professor, Kharkiv University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv.

Kovtonyuk Igor Boryisovych – Doctor of Technical Sciences, professor, Kharkiv University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, igor_kovtonyuk@ukr.net.

Bilyy Myhaylo Fedorovich – Magister, Kharkiv University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, mixaylobiliy@ukr.net

О.І. Рибачук, Ю.В. Рєзніков

ПІДХІД ДО РІШЕННЯ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ПРОТИВНИКОМ АВІАЦІЙНИХ УДАРІВ ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОЇ ВИДОВОЇ РОЗВІДКИ

Анотація. Проаналізовані основні ознаки підготовки засобів повітряного нападу противника до нанесення авіаційного удару, що можуть бути виявлені космічними системами спостереження. Викладений підхід до рішення задачі виявлення підготовки противником авіаційних ударів за даними космічної видової розвідки на основі теорії нечітких множин і нечіткого логічного виведення. Сформульовані основні вимоги до відповідного програмного додатку.

Ключові слова: аеродром базування, виявлення, космічний апарат, космічний знімок, авіаційний удар, теорія нечітких множин, нечітка логіка.

Abstract. The main unmasking preparation signs of enemy air attack means for an air strike, which can be detected by space surveillance systems, are analyzed. The approach based on the theory of fuzzy sets and fuzzy inference to solving the problem of detecting enemy preparation for an air strike according to space reconnaissance data are presented. The basic requirements for the relevant software application are formulated.

Keywords: base airfield, detection, spacecraft, space image, air strike, fuzzy set theory, fuzzy logics.

Через те, що більшість аеродромів базування ударної авіації противника розташовані на достатньо великій відстані від лінії зіткнення, матеріали космічного знімання (КсЗ), що отримані засобами космічних систем спостереження (КсСС) подвійного призначення та комерційних КсСС, виглядають чи не єдиною доступною альтернативою надійних та достовірних джерел інформації про поточну обстановку в районі військових аеродромів противника.

В умовах сучасних бойових дій, які характеризуються масштабністю та динамічністю, виникає необхідність оперативної спільної обробки значних обсягів матеріалів КсЗ. У цих обставинах задовольнити вимоги щодо надійності та оперативності виявлення фактів підготовки засобів повітряного нападу (ЗПН) противника до завдання авіаційних ударів (АУ) можна лише за умови розробки та впровадження програмно-апаратних засобів автоматизації цього процесу, створених на основі спеціалізованих методик, що забезпечують виконання завдань із необхідною ефективністю. Тому постає актуальна задача розробки відповідної ефективної методики, яка може бути покладена в основу програмно-апаратних рішень виявлення АУ, що можуть бути інтегровані в автоматизовану систему управління військами.

Основна складність у вирішенні цієї задачі полягає в тому, що процес дешифрування космічних знімків вкрай складно формалізується, оскільки він багато в чому залежить від великої кількості зовнішніх випадкових факторів, у тому числі від суб'єктивних оцінок та особистих якостей персоналу, залученого до прийняття рішень.

На протязі останніх років вітчизняні та закордонні науковці активно розробляють та досліджують системи підтримки прийняття рішень з використанням методів нечіткого логічного виведення. Відмічається, що такі системи здатні ефективно функціонувати в погано формалізованих умовах, неповної та неточної вхідної інформації та суттєвого впливу на остаточні рішення суб'єктивних факторів, що в значній мірі відповідає умовам прийняття рішень по результатам обробки матеріалів КсЗ [1-6]. Тому пропонується розробити методику вирішення задачі виявлення факту підготовки ЗПН противника до АУ із застосуванням методів математичної теорії нечітких множин і нечіткої логіки.

У якості демаскуючих ознак підготовки ЗПН противника до нанесення АУ, що можуть бути виявлені засобами КсСС, можуть бути:

– кількість та тип літальних апаратів на аеродромі;

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

- розташування літаків на злітно-посадковій смузі або в укриттях, на стоянках;
- ознаки проведення на аеродромі технологічних операцій з обслуговування літаків тощо.

Кількісний аналіз літаків полягає в спостереженні наявності (динамічних змін у кількості) літаків тактичної авіації на аеродромі базування, що постійно використовується авіаційною частиною. Якісний аналіз визначає появу на аеродромі літаків військово-транспортної авіації зі складу інших авіаційних частин.

Також важливе значення для аналізу обстановки має місце розташування літаків (на стоянках в зонах авіаційних ескадрилій, на стоянках довготривалого зберігання, перебування літаків на центральній заправній позиції, або на технічній позиції підготовки літаків, в техніко-експлуатаційній частині, на руліжній доріжці, на магістральній руліжній доріжці або на злітно-посадковій смузі).

Одним з найважливіших джерел демаскуючих ознак підготовки ЗПН до АУ, які ресструються КсСС, є технічні заходи підготовки літаків до бойових вилетів – технологічні операції, пов’язані з заправкою літаків паливом та іншими необхідними рідинами й газами, а також з їх оснащенням авіаційними засобами ураження. Те, що робить ці заходи настільки важливими для виявлення АУ – це, по-перше, їх чітка визначеність у часі по відношенню до початку АУ й, по-друге, присутність поряд з літаками при їх проведенні тих або інших засобів аеродромно-технічного забезпечення, за якими їх легко ідентифікувати на космічних знімках.

В межах підходу, що пропонується, вирішення задачі виявлення факту підготовки ЗПН противника до нанесення АУ передбачає формування на основі відомих демаскуючих ознак підготовки АУ логічної моделі системи прийняття рішень у вигляді бази продукційних правил системи логічного виведення (бази знань), яка ставить у відповідність сформованій експертом протягом дешифрування та аналізу матеріалів КсЗ сукупності елементарних нечітких висловлювань X щодо характеристик об’єктів, виявлених на космічних знімках, сукупність лінгвістичних констант Y , за допомогою яких у максимально зручному для користувача вигляді формулюються заключення про ймовірну підготовку противником АУ.

Тоді форма подання нечіткої продукції (бази знань) буде мати вигляд набору нечітких продукційних правил [7], кожне з яких сформоване за окремою демаскуючою ознакою підготовки противником АУ:

$$r : C \Rightarrow Y; v, \quad (1)$$

де r – ідентифікатор нечіткого продукційного правила; $C \Rightarrow Y$ – ядро нечіткого продукційного правила, у якому C – умовна частина ядра (антецедент); Y – заключення (консеквент); \Rightarrow – оператор логічного сполучення (імплікації); v – показник достовірності продукції у формі лінгвістичної константи.

Числове значення показника достовірності продукції (достовірності заключення про виявлену демаскуючу ознаку підготовки противником АУ) розраховується за числовими значеннями показників достовірності елементарних нечітких висловлювань X , на підставі яких робиться заключення, з використанням операцій нечітких кон’юнкції та диз’юнкції в залежності від змісту демаскуючої ознаки, яка лежить в основі відповідного нечіткого продукційного правила.

Викладений вище підхід до вирішення задачі виявлення факту підготовки ЗПН противника до АУ з використанням елементів теорії нечітких множин та нечіткого логічного виведення може бути покладений в основу програмного додатку з інтерфейсом, що представляє собою максимально зручну електронну форму, яку експерт з аналізу матеріалів КсЗ має поступово заповнювати під час дешифрування космічних знімків. На основі сформованої таким чином актуальної бази даних про дислокацію, технічний стан авіації противника та аеродромів її базування, а також бази нечітких продукційних правил, яка розроблена відповідно демаскуючих ознак підготовки противником АУ, даний програмний додаток буде здатний генерувати в автоматизованому режимі у зручній для користувача формі правдоподібні заключення щодо ймовірних АУ й оцінювати їх достовірність. Ці заключення у подальшому можуть бути використані для формування пропозицій щодо необхідних заходів протиповітряної оборони або у якості вхідної інформації для автоматизованої системи управління військами (АСУВ).

Основні вимоги до такого програмного додатку:

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

– здатність забезпечити надійне, достовірне та оперативне автоматизоване виявлення факту підготовки ЗПН противника до АУ згідно методики, розробленої на основі множини демаскуючих АУ ознак, що добре виявляються засобами спостереження космічного базування, з урахуванням всієї сукупності пов’язаних факторів та розвідувальних даних;

– інтегрованість до АСУВ та до Системи космічної підтримки Збройних Сил України;

– забезпечення авторизованого доступу фахівців, споживачів та постачальників космічних продуктів та послуг до бази даних з матеріалами КсЗ та результатами їх дешифрування;

– інформація про виявлені факти підготовки противником АУ повинна оперативно доводитися в автоматичному режимі чітко визначеному колу посадових осіб для невідкладного здійснення заходів протидії.

Спеціалізований програмний додаток виявлення фактів підготовки ЗПН противника до АУ може розглядатися як інструмент ефективної автоматизації роботи експерта з аналізу та дешифрування матеріалів КсЗ, завдяки якому очікується суттєве покращення достовірності та оперативності прийняття рішень за рахунок реалізації процесу автоматизованого спільного аналізу та обробки великих масивів даних, зібраних на багатьох об’єктах спостереження на значному часовому інтервалі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравець П., Киркало Р. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2009. № 650. С. 115-123.

2. Кравець П.О., Проданюк О.М. Прийняття оптимальних рішень методом навчання з нечіткою логікою. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2009. № 653. С. 129-147.

3. Кветний Р.Н., Коцюбинський В.Ю., Кислиця Л.М.; Казимірова Н.В.; Кириленко Г.О. Адаптивна система підтримки прийняття рішень з використанням методів нечіткого логічного висновку. Наукові праці ВНТУ. 2011. № 3. С. 1-10.

4. G. Selvachandran et al. A New Design of Mamdani Complex Fuzzy Inference System for Multiattribute Decision Making Problems. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 2021. Vol. 29. No. 4. P. 716-730. <https://doi.org/10.1109/tfuzz.2019.2961350>

5. L. T. Hong Lan et al. A New Complex Fuzzy Inference System With Fuzzy Knowledge Graph and Extensions in Decision Making. IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 164899-164921. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3021097>

6. F. Scarlatache, G. Grigoras, B. Neagu, Decision making methodology based on fuzzy logic in optimal DG location. 8th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) : Proceedings Article. IEEE, 2016, P. 81-84. <https://doi.org/10.1109/ecai.2016.7861181>.

7. Кирик В.В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во “Політехніка”, 2019. 224 с.

Рибачук Олег Ігорович – кандидат технічних наук доцент старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: rybyoyo@gmail.com

Oleg Rybachuk – PhD in Engineering Associate Professor Senior Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: rybyoyo@gmail.com

Резніков Юрій Вячеславович – кандидат технічних наук старший науковий співробітник провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, e-mail: ura_reznikov@ukr.net

Yurii Rieznikov – PhD in Engineering Senior Researcher Leading Researcher of scientific research department of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, e-mail: ura_reznikov@ukr.net

О.І. Смагін, Д.О. Мироненко

**ПРОПОЗИЦІЇ ОСНАЩЕННЯ РУХОМИХ РЕМОНТНИХ
МАЙСТЕРЕНЬ ДІАГНОСТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛІВ
ТА АГРЕГАТИВ ЗРАЗКІВ ТЗ**

***Анотація:** автомобільна і бронетанкова техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, можливість ведення бою та операції у високих темпах. Підтримання працездатного стану машин у період їх використання за призначенням, а також швидке відновлення пошкоджених машин здійснюється підрозділами технічного обслуговування і ремонту військових частин з ефективним використанням матеріальної частини рухомих засобів технічного обслуговування і ремонту озброєння та військової техніки. Характер та умови ведення сучасних бойових дій значно підвищили актуальність проблеми підтримання необхідної кількості боєздатних зразків. Гостро стоїть питання про скорочення строків ремонту і відновлення техніки, та проведення технічного обслуговування в польових умовах. Тому оснащення ремонтних підрозділів сучасними діагностичними засобами дозволить у найменш короткі строки і з більшою ефективністю вирішувати виникаючі проблеми.*

Ключові слова: техніка, ремонт, технічне обслуговування, діагностика.

***Abstract:** automobile and armored vehicles are the main means that ensure operational and tactical mobility of troops, the possibility of conducting battles and operations at high speeds. Maintenance of machines in working condition during their intended use, as well as quick restoration of damaged machines, is carried out by the maintenance and repair units of military units with effective use of the material part of the moving means of maintenance and repair of weapons and military equipment. The nature and conditions of conducting modern hostilities have significantly increased the urgency of the problem of maintaining the required number of combat-ready samples. The issue of shortening the repair and restoration of equipment, and as conducting technical maintenance in the field, is a pressing issue. Therefore, equipping repair departments with modern diagnostic tools will allow solving emerging problems in the shortest possible time and with greater efficiency.*

Keywords: equipment, repair, maintenance, diagnostics.

При планово-попереджувальній системі ТО і Р на техніці через певний пробіг (час) в обов'язковому порядку виконуються роботи, обсяг яких встановлений в залежності від періодичності та виду ТО. При цьому, незважаючи на корегування режимів ТО і Р залежно від ряду чинників, індивідуальний підхід до кожного автомобіля відсутній. Однак необхідність у такому підході є, тому що навіть при роботі автомобілів в однакових умовах - технічний стан кожного з них при їх використанні внаслідок цілого ряду причин (індивідуальні особливості автомобіля, якість водіння, ТО та інші) може істотно відрізнитися. Далеко не для кожного автомобіля необхідні всі операції, передбачені «жорстким» обсягом того чи іншого виду ТО. Виконання цих «непотрібних» операцій веде, з одного боку, до неповної реалізації індивідуальних властивостей автомобіля, підвищення витрат на ТО, з іншого, аж ніяк не сприяє поліпшенню його технічного стану. Навпаки, часті втручання в роботу сполучень сприяють підвищеному зношуванню сполучених поверхонь, появи ушкоджень кріпильних з'єднань, порушення герметичності з'єднань. Значні втрати трудових і матеріальних ресурсів пов'язані також з великим обсягом ремонтних впливів, обумовлених несвоєчасним виявленням відмов.

Діагностування тільки зовнішніми засобами не забезпечує запобігання експлуатації автомобілів з несправностями, аварійних відмов, оптимізації вибору режимів руху та проведення ТО і Р. Більш частому проведенню діагностування перешкоджають обмеження економічного характеру. Крім того, значна частка парку експлуатується взагалі без діагностування, нерідко у відриві від пунктів постійної дислокації, а ТО і Р виконуються за

рахунок використання рухомих ремонтних майстерень. Тому в сучасних умовах застосування ОВТ виникає потреба у оснащенні діагностичними засобами рухомих ремонтних майстерень.

Найбільш перспективною можливістю зняти зазначені обмеження, забезпечивши практично контролем найменш надійні вузли, служить впровадження засобів діагностування. Провідні автомобілебудівні фірми застосовують на автомобілях розгалужені мікропроцесорні бортові системи контролю, які забезпечують контроль стану зчеплення, амортизаторів, акумуляторної батареї, системи запалювання, компресії в циліндрах та ін. Різноманіття функціональних можливостей, апаратної побудови та форм видачі результатів відображає класифікація засобів діагностування за функціональними і структурними ознаками.

Більшість приладів діагностування електрообладнання ТЗ будуються на базі електричних вимірювальних приладів загального застосування. Для тестування електронних блоків та систем, у якості імітаторів періодичних сигналів використовуються електронні релаксатори, які будуються на базі вимірювальних генераторів. Адаптація універсальних вимірювальних приладів загального застосування до діагностування електрообладнання ТЗ з одного боку спрощує конструкцію (схемне рішення) приладу (за рахунок обмежених діапазонів вимірюваних параметрів), з іншого - підвищує витрати на їх реалізацію (за рахунок специфіки зняття і аналізу діагностичних параметрів). Універсальний комбінований вимірювальний прилад (тестер, мультиметр) має значні діапазони вимірювань опору, напруги (постійної і змінної) та обмежений діапазон вимірювання струму (постійного і змінного). Авто-тестером (автомобільним мультиметром) навпаки, достатньо вимірювати невелику напругу живлення борта та порівняно малі опори обмоток. При цьому в авто-тестері надана можливість вимірювати значні струми стартерної мережі. Крім того, в авто-тестері з'являються шкали вимірювань характерних параметрів (кута замкнутого стану контактів переривника, швидкості обертання ДВЗ, температури рідини). Автомобільний осцилограф на відзнаку від універсального багатоканального осцилографа звужений діапазон вхідного атенуатора та специфічні види розгортки для спостереження растрових, послідовних та суміщених зображень електричних процесів по колах системи запалювання. Слід додати, що для підключення автомобільних вимірювальних приладів, в ряді випадків, застосовуються спеціальні вимірювальні адаптери (зонди, термопари, безконтактні датчики струму, високовольтні подільники напруги).

Устрій сучасних автомобілів дозволяє використовувати різні види діагностичного обладнання для профілактичних перевірок та обстеження систем при виникненні ознак несправності. Прилади для діагностування авто мають характерні відмінності та розгалуження, отже залежності від призначення і загального функціоналу їх можна умовно розподілити на три окремі групи: пристрої для перевірки певної системи, автомобільні сканери, мотор-тестери та осцилографи.

Осцилограф – зчитує дані з датчиків, який здатний виводити їх в графічному або числовому вигляді, а потім аналізувати. Для порівняння використовуються стандартні показники, наявні для кожної моделі.

Мотортестер – це прилад оснащений власними датчиками, що дозволяє йому обходити ЕБУ і отримувати дані безпосередньо.

Для отримання даних про роботу окремих систем часто використовуються спеціальні пристрої. Для того щоб змінити показники спідометрів можна скористатися коректором одометрів. У ряді випадків цей прилад може використовуватися як програматор. Його часто застосовують для того, щоб уникнути похибки спідометра після зміни розміру покришок.

Для діагностики параметрів роботи двигунів марки DEUTZ, які встановлюються на БТР-3Е, БТР-4Е доцільно використовувати дилерський діагностичний адаптер для двигунів Deutz. Завдяки цьому дилерському комплексу для діагностики DeutzDecom можна робити діагностику безлічі різної техніки виробника DEUTZ - це може бути дизельні двигуни, ЕБУ, електрообладнання техніки. DeutzDecom дає можливість отримати доступ до абсолютно всіх органів управління. Автосканер проводить сканування під контролем програмного забезпечення DeutzSerDia, дозволяє виправити режими в процесі мотора або групи, а ще налаштувати процеси або зробити оновку прошивки ЕСМ. Програма, якою сканує адаптер, повністю відрізняється зручними і зрозумілим інтерфейсом, саме тому цей комплекс дуже

зручний у використанні. Завдяки компактності адаптера провести діагностику або обслуговування техніки можливо в польових умовах.

Якщо потрібна діагностика електронного блоку управління (ЕБУ), то з цим відмінно впораються автомобільні сканери. Рядова модель приладу не оснащується датчиками. За допомогою сполучних проводів сканер підключається прямо до ЕБУ, звідки і отримує всю необхідну інформацію. Відсутність такого приладу під рукою може серйозно ускладнити діагностику сучасного автомобіля, а його наявність дасть можливість швидко знайти несправність і ліквідувати її на ранній стадії. Автомобільний сканер дозволяє: провести активацію обладнання; змінити програмну «начинку» блоку; відкрити доступ до паспортним даним; переглянути помилки та позбавитися від них; змінити режим відображення даних на приладовій панелі; і багато іншого. Деякі різновиди сканерів для автомобілів здатні зчитувати додаткові дані. В їх число входять параметри з кодом помилки, які були автоматично занесені в пам'ять ЕБУ після виникнення. Додаткова функція допомагає виявити причини несправності, а не тільки факт її наявності. Серед сканерів присутні і такі моделі, в яких присутній додатковий функціонал за рахунок вбудованих датчиків осцилографа і мультиметра. Вони відкривають доступ до широкого спектру даних, що робить їх незамінними при профілактичному використанні. Прилади для зчитування інформації можуть бути у вигляді автономного пристрою з власним програмним забезпеченням та технічним оснащенням або спеціального комплексу для ПК. До складу комплексу входить не тільки програмне оснащення, але і набір адаптерів. Розрізняють 2 типу сканерів: мультимарочний та дилерський.

Для мультимарочних сканерів характерна можливість роботи з великою кількістю автомобілів. Їх перевагою є установка декількох протоколів для обміну даними з ЕБУ. У комплекті з такими приладами поставляється набір кабелів-адаптерів. Він дозволяє працювати з різною конфігурацією діагностичних рознімів. Що стосується дилерського типу сканерів, то вони призначені для роботи з одним або кількома моделями автомобілів. Вони підтримують певний протокол, а значить – можуть працювати тільки з «спорідненими» марками. Серед особливостей дилерських автомобільних сканерів варто виділити: набір всіляких функцій і ведену діагностику. Вона дозволяє аналізувати дані ЕБУ і використовує спеціальний алгоритм для виявлення можливих причин помилки і визначення способів їх усунення. У мультимарочних сканерах не передбачена ведення діагностики. Для того щоб розшифрувати код необхідно вдатися до використання довідників. Оснащення ремонтних підрозділів запропонованими сучасними діагностичними засобами дозволить у найменш коротші строки і з більшою ефективністю вирішувати виникаючі проблеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз розвитку рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту військової автомобільної техніки. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://media.neliti.com/media/publications/542936-analysis-of-the-development-of-mobile-ma-c6952a3f.pdf> - назва з екрану.
2. Пересувні ремонтні майстерні, виробництво в Україні. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://polycar.com.ua/mob-masterskieukr/> - назва з екрану.
3. DECOM дилерський сканер (Deutz). [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ukr-truck.com/ua/p517811485-decom-skaner-dilerskij.html> - назва з екрану.

Смагін Олег Ігорович – старший викладач кафедри технічного та тилового забезпечення факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, Харків, e-mail: smagin-oleg@ukr.net

Мироненко Дмитро Олександрович – курсант 329 навчальної групи курсу №1 факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, Харків, e-mail: dmitriy.121300@gmail.com

SmahinOleh – senior lecturer of the Department of Technical and Rear Support of the Faculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, e-mail: smagin-oleg@ukr.net

Mironenko Dmitriy – cadet of the 329th training group of course №1 of the Faculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, e-mail: dmitriy.121300@gmail.com

О.В. Борисенко

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ МАЛОВИСОТНИХ РЕЗОНАНСНИХ ЦІЛЕЙ

Анотація. Запропоновано електродинамічний метод моделювання надширокопasmових сигналів, відбитих від резонансних радіолокаційних цілей на фоні відбиття зондувального сигналу від підстилаючої поверхні землі, який дозволяє отримувати дані для підвищення інформативності радіолокаційної інформації про маловисотні цілі.

Ключові слова: інтегральне рівняння, маловисотна ціль, математичне моделювання, радіолокаційний дальнісний портрет, радіолокаційне розсіювання.

Abstract. Electrodynamic method for modeling ultrawideband responses of resonant radar targets against a background of reflection from underlying terrain was proposed. Method allows to obtain the data for increasing informativeness of the received radar information about low-altitude targets.

Keywords: integral equation, low-altitude target, numerical modeling, high-resolution radar range profile, radar scattering.

Широке застосування Російською Федерацією різноманітних, маловисотних засобів ураження та розвідки призвело до необхідності розробки та вдосконалення методів отримання радіолокаційної інформації, про ці об'єкти, з метою підвищення ймовірності їх виявлення, якості супроводження та знищення.

Метою роботи є розвиток методу розрахунку характеристик вторинного випромінювання у випадку, коли резонансний повітряний об'єкт спостерігається над границею між двома діелектричними середовищами.

Радіолокаційний сигнал, відбитий від маловисотної радіолокаційної цілі, приймається на фоні потужного відбиття від земної поверхні, що ускладнює виявлення та супроводження цілі. У діаграмі спрямованості антени спостерігаються провали, викликані інтерференцією між прямим та відбитим від земної поверхні сигналами, а також розділенням цих двох сигналів. Застосування широкопasmових зондувальних сигналів дозволяє компенсувати ці провали у діаграмі спрямованості антени, а також розділити прямий і перевідбитий сигнали.

Для кращої селекції сигналу, відбитого такими низькоконтрастними та маловисотними цілями, як крилаті ракети та безпілотні літальні апарати, від потужного відбиття від земної (морської) поверхні доцільно застосувати зондувальні сигнали надвисокої частоти, які відповідають резонансному діапазону хвиль.

Результатом дослідження є методика розрахунку для моделювання надширокопasmових характеристик радіолокаційного розсіювання маловисотних радіолокаційних цілей складної форми з резонансними розмірами, яка базується на розв'язанні інтегрального рівняння магнітного поля [1-4]:

$$\begin{cases} -\vec{\tau}_2^0 \cdot \vec{J}(\vec{Q}_0) + 2\vec{\tau}_1^0 \cdot \vec{H}^0(\vec{Q}_0) = \frac{2}{i\omega S} \int \vec{E}_d^m(\vec{Q}|\vec{Q}_0, \vec{\tau}_1^0) \cdot \vec{J}(\vec{Q}) ds_Q, \\ \vec{\tau}_1^0 \cdot \vec{J}(\vec{Q}_0) + 2\vec{\tau}_2^0 \cdot \vec{H}^0(\vec{Q}_0) = \frac{2}{i\omega S} \int \vec{E}_d^m(\vec{Q}|\vec{Q}_0, \vec{\tau}_2^0) \cdot \vec{J}(\vec{Q}) ds_Q. \end{cases} \quad (1)$$

де $\vec{Q}, \vec{Q}_0 \in S$ є точками інтегрування та спостереження відповідно; $\vec{\tau}_1^0, \vec{\tau}_2^0$ – дотичні до поверхні об'єкта S (в точці \vec{Q}_0) взаємно ортогональні одиничні вектори, що складають праву трійку з внутрішньою до поверхні S нормаллю \vec{n}^0 ; $\vec{J}(\vec{Q})$ – поверхнева щільність електричного струму; \vec{H}^0, \vec{H} – магнітні вектори первинного та розсіяного електромагнітного

поля відповідно; \vec{E}_d^m – напруженість електричного поля допоміжного магнітного диполя з вектор-моментом $\vec{\tau}_{1,2}^0$, розташованого у точці \vec{Q}_0 .

Розроблений алгоритм дозволяє отримувати надширокосмугові відгуки від об'єктів з урахуванням їх електромагнітної взаємодії з плоскою границею між діелектричними середовищами, для заданих поляризаційних, просторових та часово-частотних параметрів зондувального сигналу.

Областю застосування результатів дослідження може бути розпізнавання маловисотних цілей, зокрема крилатих ракет і безпілотних літальних апаратів.

Встановлено, що радіолокаційний дальнісний портрет маловисотної цілі є результатом взаємодії прямого та перевідбитого від земної поверхні сигналів. Отримана форма радіолокаційного дальнісного портрету сильно залежить від різниці шляху між цими двома сигналами. Отримані радіолокаційні дальнісні портрети можуть містити додаткову інформацію про маловисотні цілі. У разі високої роздільної здатності та досить великої різниці ходу прямого та перевідбитого сигналів можна провести оцінку висоти об'єкта. Також слід зазначити, що в алгоритмах радіолокаційної ідентифікації цілей необхідно враховувати спотворення радіолокаційного дальнісного портрету маловисотних об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. G. S. Zalevsky, O. I. Sukharevsky, V. A. Vasilets, “Radar Range Profiles of Cruise Missiles in VHF, UHF and SHF Bands,” [electron resource], 7th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS 2014), 15-19 Sept., 2014. Proc. Kharkiv, 2014, pp. 7-12, 1 CD-ROM.

2. O. I. Sukharevsky, V. A. Vasilets, G. S. Zalevsky “Electromagnetic Wave Scattering by Aerial and Ground Radar Objects,” [electron resource], 2015 IEEE International Radar Conference, 10-15 May, 2015. Proc. Arlington VA, USA, 2015, pp. 162–167, 1 CD-ROM.

3. G. S. Zalevsky, O. I. Sukharevsky, “Calculation of Scattering Characteristics of Aerial Radar Objects of Resonant Sizes Based on Iterative Algorithm,” Radioelectronics and Communications Systems, vol. 57, No. 6, 2014, pp. 244-253.

4. Gibson W. C. The Method of Moments in Electromagnetics / W. C. Gibson. – Boca Raton, London, New York : Chapman & Hall / Taylor & Francis Group, 2008. – 288 p.

Борисенко Олександр Васильович — ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: a.v.borisenko1980@ukr.net

Oleksandr Borysenko — Post-Graduate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: a.v.borisenko1980@ukr.net

О.В. Кулешов, О.В. Коломійцев, С.І. Клівець, Т.В. Кулешова

ШЛЯХИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Анотація

Запропоновано методичний підхід щодо оцінки ефективності системи радіолокаційної розвідки повітряного противника військ протиповітряної оборони Сухопутних військ, що дозволило визначити шляхи розвитку цієї системи в сучасних умовах.

Ключові слова: ефективність, повітряна ціль, радіолокаційна інформація, система.

Abstract

Methodical approach is offered in relation to the estimation of efficiency of the system of radio location's secret service of air opponent of troops of air defense of Ground forces, that allowed to define the ways of development of this system in modern terms.

Keywords: efficiency, air aim, radio location's information, system.

В сучасних умовах застосування засобами повітряного нападу (ЗПН) противника високоточної зброї, засобів радіоелектронного придушення та безпілотних літальних апаратів призвело до підвищення вимог щодо забезпечення необхідною радіолокаційною інформацією (РЛІ) частин та підрозділів військ протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ (СВ). При цьому, спостерігається зростання ролі військ ППО СВ у сучасних умовах боротьби з ЗПН противника, яке потребує розглядання питань щодо пошуку шляхів розвитку системи радіолокаційної розвідки (РЛР) повітряного противника (ПП).

Метою роботи є розробка пропозицій щодо шляхів розвитку системи радіолокаційної розвідки повітряного противника військ протиповітряної оборони сухопутних військ в сучасних умовах.

На усіх етапах організації бойових дій частин та підрозділів військ ППО СВ, одержання необхідної РЛІ про ПП забезпечує система РЛР.

Структура системи РЛР ПП військ ППО СВ відображає організаційну форму, а також залежить значною мірою від тієї сукупності завдань і функцій, що повинні бути реалізовані під час ведення розвідки. При визначенні структури системи РЛР ПП, відповідно до поставленого бойового завдання, воедино поєднуються принципи бойового застосування радіолокаційних підрозділів, озброєння та військової техніки, органів та командних пунктів (КП) з їх методами і прийомами роботи у ході прийняття рішень [1-6].

Організація постійного радіолокаційного спостереження за повітряним простором передбачає розгортання радіолокаційних станцій (РЛС) таким чином, щоб забезпечити спостереження у певному повітряному просторі та застосування цих РЛС для безперервного огляду, виявлення, розпізнавання та супроводження повітряних цілей (ПЦ) /ЗПН противника/.

Проведений аналіз та дослідження умов підготовки і ведення бойових дій частинами та підрозділами військ ППО СВ дозволяє сформулювати наступні основні недоліки в організації РЛР ПП [2, 4]:

- обмежена кількість сил і засобів для ведення радіолокаційної розвідки;
- наявність застарілих зразків озброєння та їх недостатня мобільність;
- неузгодженість дій радіолокаційних підрозділів;
- великий час підготовки і обробки бойових документів, відсутність формалізованих документів та електронних карт на КП.

Система РЛР ПП є складовою частиною системи ППО СВ. Тому, показники оцінки ефективності системи повинні оцінювати не тільки ступінь вирішення завдань у системи РЛР ПП, але і вплив на ефективність функціонування системи ППО СВ у цілому.

Найбільш важливим завданням оцінки складних систем є встановлення взаємного зв'язку

між частковими показниками функціонування складових системи і показником ефективності системи ППО СВ у цілому.

У загальному вигляді ефективність системи ППО СВ може бути оцінено розміром збитку, відверненого бойовими діями частин та підрозділів, які входять до складу угруповання військ ППО СВ військам або числом знищених (обстріляних) ПЦ за співвідношенням [1-2]:

$$E_{\text{ППО СВ}} = \frac{M_3}{M_H}, \quad (1)$$

де M_3 – математичне сподівання кількості знищених (обстріляних) ПЦ (ЗПН противника);

M_H – математичне сподівання кількості ПЦ у нальоті, що діють в зоні бойових дії частин та підрозділів військ ППО СВ.

Математичне сподівання кількості знищених (обстріляних) ПЦ можливо оцінювати за формулою [2]:

$$M_3 = K_{ze} \sum_{i=1}^I m_i, \quad (2)$$

де K_{ze} – коефіцієнт, який визначає ефективність забезпечення РЛІ системою РЛР ПП;

m_i – математичне сподівання кількості знищених (обстріляних) ПЦ цільовими каналами i -го типу.

Таким чином, пропозиції щодо можливих шляхів розвитку системи РЛР ПП військ ППО СВ можливо отримати із показників її оцінки, із загальних вимог до системи, а також – із усунення недоліків у існуючій системі РЛР ПП.

При цьому, основними шляхами розвитку системи РЛР ПП військ ППО СВ у сучасних умовах є:

- організація РЛР ПП та визначення способів отримання, обробки, передачі та відображення радіолокаційної інформації (РЛІ);
- організація взаємодії з РЛР ПП з іншими засобами розвідки;
- розподіл (уточнення) завдань і функцій з РЛР ПП між органами управління різних командних інстанцій (КП) та між посадовими особами, групами і напрямками;
- своєчасне доведення бойових завдань з РЛР ПП до підлеглих та організація їх взаємодії;
- своєчасне розгортання РЛС, радіолокаційних підрозділів, КП та обладнання їх засобами зв'язку;
- організація бойового чергування на РЛС, КП та у радіолокаційних підрозділах, а також контроль за його несенням;
- створення на РЛС, КП та у радіолокаційних підрозділах необхідних запасів матеріальних засобів для безперервної роботи особового складу та апаратури;
- організація своєчасного контролю за готовністю сил та засобів РЛР ПП до бойових дій та надання необхідної (відповідної) допомоги.

Таким чином, застосування противником різних типів ЗПН підвищує роль військ ППО СВ у ході бойових дій. Запропонований підхід надає можливість визначити шляхи розвитку системи радіолокаційної розвідки повітряного противника військ ППО СВ в сучасних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): моногр. / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
2. Єрмошин М.О., Кулешов О.В., Коломійцев О.В., Шулежко В.В. Методичний підхід до оцінки інформаційних можливостей системи радіолокаційної розвідки повітряного противника угруповання військ ППО СВ. // Системи озброєння і військова техніка. - Х.: ХНУПС, 2016. - Вип. 4(48). – С. 99-102.
3. Єрмошин М.О., Кулешов О.В. Структура системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ. // Збірник наукових праць. – Х.: ОНДІ, 2006. – Вип. 2(4). – С. 47-55.
4. Шулежко В.В., Кузьмин С.А., Рябоконт Є.О., Кулешов О.В., Мегельбей В.В. Методика

обґрунтування раціональної структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні). // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 4(35). – С. 30-35.

5. Єрмошин М.О., Кулешов О.В., Коломійцев О.В., Шулежко В.В. Пропозиції щодо зниження ефективності ударів повітряного противника за рахунок застосування удаваних позицій зенітних підрозділів. // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 2(43). – С. 9-12.

6. Єрмошин М.О., Кулешов О.В., Коломійцев О.В., Шулежко В.В. Пропозиції щодо оцінювання бойових дій зенітної мобільної вогневої групи. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. 1(26). – С. 58-60.

7. Єрмошин М.О., Кулешов О.В., Коломійцев О.В., Ряполов Є.І., Шулежко В.В. Пропозиції щодо класифікації зенітних ракетних комплексів зенітних ракетних військ та військ протиповітряної оборони Сухопутних військ. // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Х.: ХНУПС, 2018. – Вип. 3 (57) – С. 18-24.

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

Клівець Сергій Іванович — канд. техн. наук, науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків veshk.363@gmail.com

Кулешова Тетяна Василівна — науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, veshk.363@gmail.com

Кулешов Олександр Васильович — канд. військ. наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, veshk.363@gmail.com

Kolomiitsev Oleksii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

Klivets Sergii I. — Cand. Sc. (Eng.), research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

Kulieshova Tatyana V. — research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

Kuleshov Olexandr V. — Cand. Sc. (military), Associate Professor, leading Researcher of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

O.V. Kolomiitsev, O.V. Kuleshov, S.I. Klivets, I.S. Rudakov, V.O. Kolomiitsev

HARDWARE AND SOFTWARE COUPLING OF SPECIAL PURPOSE DATA TRANSMISSION EQUIPMENT AI-011 WITH A PERSONAL ELECTRONIC COMPUTER

Abstract

A universal coupling device (UCS) of the data transmission equipment (DTE) of special purpose (SP) AI-011 with a personal electronic computer (PC) is proposed. The special software (microprogram) of the UCS microprocessor implements the codegram conversion algorithm from the information exchange format in DTE SP AI-011 in simplex operation mode to the RS-232 interface format of the serial COM port (USB port) of the personal computer and vice versa. The speed of information exchange between the UCS and PC is 9600 bits/sec. The speed of information exchange between the UCS and DTE SP AI-011 is 1200 bits/sec. UCS is powered by voltage +5V from DTE SP AI-011.

Keywords: special purpose data transmission equipment, universal coupling device, information, microprocessor, special software.

Анотація

Запропоновано універсальний пристрій спряження (УПС) апаратури передачі даних (АПД) спеціального призначення (СП) AI-011 з персональною електронно-обчислювальною машиною (ПЕОМ). Спеціальне програмне забезпечення (мікропрограма) мікропроцесору УПС реалізує алгоритм перетворення кодограм з формату обміну інформації в АПД СП AI-011 у симплексному режимі роботи до формату інтерфейсу RS-232 послідовного COM-порту (USB-порту) ПЕОМ та зворотно. Швидкість обміну інформацією між УПС та ПЕОМ складає – 9600 біт/сек. Швидкість обміну інформацією між УПС та АПД СП AI-011 – 1200 біт/сек. Живлення УПС здійснюється за напругою +5В від АПД СП AI-011.

Ключові слова: апаратура передачі даних спеціального призначення, універсальний пристрій спряження, інформація, мікропроцесор, спеціальне програмне забезпечення.

Currently, there is a fairly significant increase in the amount of information that circulates in the general system of managing military assets, which leads to an increase in the requirements for the quality of functioning of the subsystems for collecting and processing the received information.

The well-known interface cards (IC) connecting the AI-011 data transmission equipment (DTE) of special purpose (SP) with the electronic computing complex of special military machines carry out the reception and transmission of information (informational electrical signals) in the form of formalized messages (codegrams and forms). Among the shortcomings of ICs can be attributed the impossibility of their use for conjugation of DTE SP AI-011 with a personal computer (PC). That is, the implementation of simultaneous reception and transmission of service information with different forms and methods of its coding and presentation when using standard sets of equipment.

The purpose of the work is the development of scientific and technical proposals for the hardware-software conjugation of the AI-011 special purpose data transmission equipment with a personal computer.

For realization of hardware-programmatic interface of DTE SP AI-011 from PC in a communication channel it is necessary to work out the following:

– firstly, a universal coupling device (UCS), that will provide a logical access level to DTE SP AI-011 and PC, and also special software (SS) to the microprocessor of UCS, that will realize the algorithm of transformation of codegrams from the format of exchange of information in DTE SP AI-011 in simplex office hours to the format of interface of RS-232 serial COM port (USB port) of PC and back;

– secondly, service program of DTE SP AI-011 real-time for operating systems (OS) of Windows-10, that will provide the informative interface of functional tasks of system SSPC and

SSofUCS.

Offered UCS DTE SP AI-011 with PC. The UCS includes:

- microprocessor using SS;
- buffer amplifiers for receiving informational electrical signals;
- buffer amplifiers for the transmission of informational electrical signals;
- RS-232 interface reception-transmission amplifier;
- indication of reception of informational electrical signals from DTE SP AI-011;
- indication of transmission of informational electrical signals to DTE SP AI-011.

All functions for organizing the exchange of informational electrical signals between UCS and PC, UCS and DTE SP AI-011 are implemented at the software level.

The SS of the microprocessor (microprogram) implements the codegram conversion algorithm from the format of the exchange of informational electrical signals in the DTE SP AI-011 to the format of the RS-232 interface of the serial COM port of the PC and vice versa. If necessary, information can also be transferred via the USB port.

The work of the UCS consists of the following.

When the supply voltage is applied to the UCS (turning on the DTE SP AI-011), a software check is made for the validity of saving the SS in the memory of the microprocessor by summing the received signals and then comparing the result with the checksum. The microprocessor establishes communication with DTE SP AI-011 according to the standard procedure of the RS-232 interface.

The transmission of electrical information signals from a PC to DTE SP AI-011 and in the reverse direction consists of the following.

If there is information that needs to be transferred to the DTE SP AI-011 for further transmission via communication channels to consumers, the PC issues it through the serial exchange port (COM). Informational electrical signals through the amplifier links of the reception-transmission interface of the RS-232 UCS are received at the input of the serial port of the microprocessor and are stored in its memory. After receiving the entire block of informational electrical signals, the UCS microprocessor organizes the delivery of this block to the DTE SP AI-011.

When informational electrical signals are received through the communication channel, which must be transferred to the PC from DTE SP AI-011. The UCS microprocessor receives a block of informational electrical signals and memorizes it for subsequent transfer to a PC. After receiving a block of information electrical signals, the microprocessor analyzes it. As long as the received block of information electrical signals is valid, the microprocessor through its serial port and RS-232 interface receive-transmit amplifier outputs this block to the PC.

Service program of DTE SP AI-011, that written in language of Visual Basic under OS of Windows-10, provides control real-time informative interface of functional tasks of system SSPC and SS UCS (reception and transmission of informative electric signals).

Thus, a hardware-software conjugation of DTE SP AI-011 with a PC is proposed. Schematic and technical proposals of UCS, including electrical scheme, have been developed. The principle of UCS operation is disclosed. The SS of the UCS microprocessor implements the codegram conversion algorithm from the format of the exchange of informational electrical signals in the DTE SP AI-011 to the format of the RS-232 interface of the serial COM port of the PC and vice versa. If necessary, information can also be transferred via the USB port of a personal computer.

The speed of information exchange between the UCS and PC is 9600 bits/sec.

The speed of information exchange between the UCS and DTE SP AI-011 is 1200 bits/sec.

UCS is powered by voltage +5V from APD SP AI-011.

SS, that it is written in language of Visual Basic under OS of Windows-10 for PC, provides control real-time informative interface of PC from DTE SP AI-011 (reception and transmission of informative electric signals).

LITERATURE

1. Коломійцев О.В. Патент України на корисну модель № 4191, Н03 М 1/12. Пристрій спряження апаратури передачі даних AI-011 з персональною електронно-обчислювальною машиною / О. В. Коломійцев, В. В. Хавченко, В. А. Очередник та ін. – № 2004021444; Заяв.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

27.02.2004; Опубл. 17.01.2005; Бюл. № 1. – 8 с.

2. Коломійцев О.В. Патент України на корисну модель № 43701, H03 M 1/12. Спосіб спряження приймально-передавальної апаратури з персональною електронно-обчислювальною машиною через USB-порт / О. В. Коломійцев, О. О. Болюбаш, Д. Г. Васильєв та ін. – № u200903483; заяв. 10.04.2009; опубл. 25.08.2009; Бюл. № 16. – 8 с.

3. Коломійцев О.В. Спосіб спряження приймально-передавальної апаратури з персональною електронно-обчислювальною машиною через USB-порт. / О. В. Коломійцев, О. В. Батурін, І. Г. Дзевєрін // Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ. – К.: ЦНДІ ОБТ. – 2010. – Вип. 15. – С. 165-172.

4. Alosin G. Separable programming method for solving multi-dimensional problems of optimizing the parameters of laser in for mation measurement systems / G. Alosin, O. Kolomiitsev, A. Tkachov, V. Posokhov // Сучасні інформаційні системи. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 23-28. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/adinsys_2019_3_1_7.

5. Коломійцев, О., Третяк, В., Закіров, З., Кукобко, С., Калачова, В., & Мартовицький, В. (2020). Оптимізація завантаження файлів сховища даних в OLAP-файли на основі рангового підходу. InterConf, (25), 108-117. вилучено із <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/4300>.

Kuleshov Olexandr V. — Cand. Sc. (military), Associate Professor, leading Researcher of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

Klivets Sergii I. — Cand. Sc. (Eng.), research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

Rudakov Ihor S. — student of the KH-H921B group, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

Kolomiitsev Volodymyr O. — student of the KH-922B group, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

Kolomiitsev Oleksii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

Кулешов Олександр Васильович — канд. військ. наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, veshk.363@gmail.com

Клівець Сергій Іванович — канд. техн. наук, науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, veshk.363@gmail.com

Рудаков Ігор Сергійович — студент групи KH-H921B, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

Коломійцев Володимир Олексійович — студент групи KH-922B, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

О.В. Коломійцев, О.В. Кулєшов, С.І. Клівець, І.С. Рудаков, В.О. Коломійцев

АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ СПРЯЖЕННЯ АПАРАТУРИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ АІ-011 З ПЕРСОНАЛЬНОЮ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЮ МАШИНОЮ

Анотація

Запропоновано універсальний пристрій спряження (УПС) апаратури передачі даних (АПД) спеціального призначення (СП) АІ-011 з персональною електронно-обчислювальною машиною (ПЕОМ). Спеціальне програмне забезпечення (мікропрограма) мікропроцесору УПС реалізує алгоритм перетворення кодограм з формату обміну інформації в АПД СП АІ-011 у симплексному режимі роботи до формату інтерфейсу RS-232 послідовного СОМ-порту (USB-порту) ПЕОМ та зворотно. Швидкість обміну інформацією між УПС та ПЕОМ складає – 9600 біт/сек. Швидкість обміну інформацією між УПС та АПД СП АІ-011 – 1200 біт/сек. Живлення УПС здійснюється за напругою +5В від АПД СП АІ-011.

Ключові слова: апаратура передачі даних спеціального призначення, універсальний пристрій спряження, інформація, мікропроцесор, спеціальне програмне забезпечення.

Abstract

A universal coupling device (UCS) of the data transmission equipment (DTE) of special purpose (SP) AI-011 with a personal electronic computer (PC) is proposed. The special software (microprogram) of the UCS microprocessor implements the codegram conversion algorithm from the information exchange format in DTE SP AI-011 in simplex operation mode to the RS-232 interface format of the serial COM port (USB port) of the personal computer and vice versa. The speed of information exchange between the UCS and PC is 9600 bits/sec. The speed of information exchange between the UCS and DTE SP AI-011 is 1200 bits/sec. UCS is powered by voltage +5V from DTE SP AI-011.

Keywords: special purpose data transmission equipment, universal coupling device, information, microprocessor, special software.

На даний час спостерігається достатньо суттєве збільшення обсягів інформації, яка циркулює у загальній системі управління засобами військового призначення, що призводить до підвищення вимог щодо якості функціонування підсистем збору і обробки інформації, що отримується.

Відомі інтерфейсні карти (ІК), що з'єднують апаратуру передачі даних (АПД) спеціального призначення (СП) АІ-011 з електронним обчислювальним комплексом спеціальних машин військового призначення здійснюють прийом та передачу інформації (інформаційних електричних сигналів) у вигляді формалізованих повідомлень (кодограм і бланків). До недоліків ІК можливо віднести неможливість їх використання для спряження АПД СП АІ-011 з персональною електронно-обчислювальною машиною (ПЕОМ). Тобто – здійснення одночасного прийому та передачі службової інформації з різною формою та способами її кодування і уявлення при використанні штатних комплектів апаратури.

Метою роботи є розробка науково-технічних пропозицій щодо апаратно-програмного спряження апаратури передачі даних спеціального призначення АІ-011 з персональною електронно-обчислювальною машиною.

Запропоновано УПСАПД СП АІ-011 з ПЕОМ. До складу УПС входять:

- мікропроцесор з використанням спеціального програмного забезпечення (СПЗ);
- буферні підсилювачі прийому інформаційних електричних сигналів;
- буферні підсилювачі передачі інформаційних електричних сигналів;
- підсилювач прийому-передачі інтерфейсу RS-232;
- індикацію прийому з АПД СП АІ-011 інформаційних електричних сигналів;
- індикацію передачі на АПД СП АІ-011 інформаційних електричних сигналів.

Усі функції по організації обміну інформаційними електричними сигналами між УПС і ПЕОМ, УПС і АПД АІ-011 реалізовані на програмному рівні.

СПЗ мікропроцесору (мікропрограма) реалізує алгоритм перетворення кодограм з формату обміну інформаційними електричними сигналами в АПД СП АІ-011 до формату інтерфейсу RS-232 послідовного СОМ-порту ПЕОМ та зворотно. За необхідністю інформацію можливо також передавати через USB-порт.

Робота УПС полягає у наступному.

При подачі напруги живлення на УПС (вмикання АПД СП АІ-011) робиться програмна перевірка на дійсність збереження СПЗ у пам'яті мікропроцесора методом підсумовування отриманих сигналів з наступним порівнянням результату із контрольною сумою. Мікропроцесор встановлює зв'язок із АПД СП АІ-011 по стандартній процедурі інтерфейсу RS-232.

Передача інформаційних електричних сигналів від ПЕОМ у АПД СП АІ-011 та у зворотному напрямку полягає у наступному.

При наявності інформації, яку необхідно передати у АПД СП АІ-011 для подальшої передачі по каналах зв'язку споживачам, ПЕОМ видає її через порт послідовного обміну (СОМ). Інформаційні електричні сигнали через ланки підсилювача прийому-передаючі інтерфейсу RS-232 УПС надходять на вхід послідовного порту мікропроцесору і запам'ятовується в його пам'яті. Після прийому всього блока інформаційних електричних сигналів, мікропроцесор УПС організує видачу цього блоку в АПД СП АІ-011.

При надходженні по каналу зв'язку інформаційних електричних сигналів, які необхідно передати в ПЕОМ від АПД СП АІ-011. Мікропроцесор УПС приймає блок інформаційних електричних сигналів і запам'ятовує його для наступної передачі в ПЕОМ. Після закінчення прийому блока інформаційних електричних сигналів, мікропроцесор аналізує його. За умови, якщо отриманий блок інформаційних електричних сигналів дійсний, то мікропроцесор через свій послідовний порт і підсилювач прийому-передачі інтерфейсу RS-232 видає цей блок в ПЕОМ.

Таким чином, запропоновано апаратно-програмне спряження АПД СПАІ-011 з ПЕОМ. Розроблено схемо-технічні пропозиції УПС, у тому числі електричну схему. Розкрито принцип роботи УПС. СПЗ мікропроцесору УПС реалізує алгоритм перетворення кодограм з формату обміну інформаційними електричними сигналами в АПД СП АІ-011 до формату інтерфейсу RS-232 послідовного СОМ-порту ПЕОМ та зворотно. За необхідністю інформацію можливо передавати також через USB-порт ПЕОМ. Швидкість обміну інформацією між УПС та ПЕОМ складає – 9600 біт/сек. Швидкість обміну інформацією між УПС та АПД СП АІ-011 – 1200 біт/сек. Живлення УПС здійснюється за напругою +5В від АПД СП АІ-011.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коломійцев О.В. Патент України на корисну модель № 43701, Н03 М 1/12. Спосіб спряження приймально-передавальної апаратури з персональною електронно-обчислювальною машиною через USB-порт / О. В.Коломійцев, О.О.Болюбаш, Д.Г.Васильєв та ін. – № u200903483; заяв. 10.04.2009; опубл. 25.08.2009; Бюл. № 16. – 8 с.

2. Коломійцев О.В. Спосіб спряження приймально-передавальної апаратури з персональною електронно-обчислювальною машиною через USB-порт./ О. В. Коломійцев, О. В. Батурін, І. Г. Дзевєрін // Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ. – К.: ЦНДІ ОБТ. – 2010.– Вип. 15. – С. 165-172.

3. Коломійцев, О., Третьяк, В., Закіров, З., Кукобко, С., Калачова, В., & Мартовицький, В. (2020). Оптимізація завантаження файлів сховища даних в OLAP-файли на основі рангового підходу. *Inter Conf*, (25), 108-117. вилучено із <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/4300>.

Кулешов Олександр Васильович — канд. військ. наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків,

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

veshk.363@gmail.com

Клівець Сергій Іванович — канд. техн. наук, науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил, Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, veshk.363@gmail.com

Рудаков Ігор Сергійович — студент групи КН-Н921Б, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

Коломійцев Володимир Олексійович — студент групи КН-922Б, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, alexus_k@ukr.net

Kuleshov Olexandr V. — Candidate of Military Sciences, Associate Professor, leading Researcher of Scientific Research Department of Air Force Research Center of the Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

Klivets Sergii I. — Candidate of Technical Sciences, research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center of the Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com

Rudakov Ihor S. — student of the КН-Н921Б group, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

Kolomiitsev Volodymyr O. — student of the КН-922Б group, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

Kolomiitsev Olexsii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, alexus_k@ukr.net

О.В. Глоба, М.А. Левченко, В.С. Мельниченко

СПРОМОЖНОСТІ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

***Анотація.** Виділені найважливіші особливості, ознаки та характеристики, які притаманні складним системам. За окремими складовими проведено виокремлення теоретичних положень, їх аналіз та узагальнення понятійного апарату. За результатами узагальнення пропонуються власні визначення понять складної системи, складної системи військового призначення, а також системи зенітного ракетного прикриття, які враховують результати останніх міждисциплінарних досліджень. Здійснена пропозиція в подальшому під спроможностями системи зенітного ракетного прикриття розуміти вимоги до її здатності. При дослідженні системи зенітного ракетного прикриття вважається доцільним проведення якісного зрізу системи. Такий зріз враховує специфіку системи, ідентифікує притаманні системі властивості та характеристики, дає змогу визначити повний перелік факторів впливу на неї, стає основою формування спроможностей, які слід враховувати під час синтезу перспективної системи зенітного ракетного прикриття.*

Ключові слова: складна система, система протиповітряної оборони, система зенітного ракетного прикриття, спроможності системи зенітного ракетного прикриття.

***Abstract.** The main features, signs and characteristics that are inherent in complex systems are highlighted. For separate components are conducted theoretical positions selecting, their analysis and generalization of the conceptual apparatus. We offer our own specified definitions of the concepts a complex system, a complex system of military purpose based on the results of generalization. Also, we offer a definition of anti-aircraft defense systems. We take into account the results of recent interdisciplinary researches. We consider for future researches that the anti-aircraft defense system's capabilities are requirements for its ability. Also, it is a necessary to conduct a qualitative cut of the system during its investigation. This cut should take into account the specifics of the system, identifies the properties and characteristics inherent the system, to determine the full aspects list which we must to consider. This cut becomes the basis for the capabilities formation which considered during advanced anti-aircraft defense systems synthesis.*

Key words: complex system, air defense system, anti-aircraft missile coversystem, anti-aircraft missile coversystem`s capabilities.

Досвід останніх війн свідчить про те, що процес створення систем зенітного ракетного прикриття, бойового застосування підрозділів зенітних ракетних військ потребує відходу від шаблону щодо дій у повному складі з'єднань і військових частин під час виконання бойових завдань в операціях. З різних причин відбувається перехід до створення тимчасових груп змішаного складу. При цьому, для таких груп залишаються неузгодженими питання щодо їх спроможностей. З однієї сторони існує вимога щодо виконання бойового завдання, з іншого – вони повинні бути здатними це здійснити. Процес визначення спроможностей ускладнюється тим, що система зенітного ракетного прикриття є складною системою. Це вимагає пошуку й обґрунтованого застосування прийомів і методів наукового пізнання при її дослідженні.

У ході дослідження існуючого понятійного апарату вивчені погляди і тлумачення науковців з різних галузей знань. Здійснено узагальнення особливостей, ознак і характеристик, які притаманні складним системам. Все це дало змогу сформулювати уточнений понятійний апарат щодо “складної системи”, “складної системи військового призначення”, “системи зенітного ракетного прикриття” для їх подальшого використання.

Складною системою вважаємо сукупність елементів зі слабкопередбачуваними властивостями, які знаходяться у зв'язку та взаємодіють, що призводить до збереження чи досягнення необхідних станів або організації.

Для складних систем слід визначити такі риси:

слабка передбачуваність або, взагалі, непередбачуваність поведінки та властивостей (у тому числі й під дією зовнішнього впливу);

велику кількість елементів у своєму складі;
наявність зв'язків між елементами.

Коли ми говоримо про складні системи військового призначення, то розуміємо, що такі системи є штучними, вони призначені для потреб війни, отже, їх функціонування зорієнтоване на виконання визначених завдань. Тому, у загальному розумінні, підкладною системою військового призначення будемо розуміти сукупність ієрархічно пов'язаних елементів, які знаходяться у зв'язку та взаємодіють під негативним впливом зовнішніх факторів з метою виконання визначених завдань.

Окрім загальних ознак щодо складних систем військового призначення слід додати наступні:

ієрархічність, цілісність і членимість;
наявність єдиної цільової функції;
взаємодія елементів.

Системою зенітного ракетного прикриття будемо вважати сукупність взаємодіючих і взаємопов'язаних елементів і компонентів, які функціонують з метою відбиття ударів засобів повітряного нападу та прикриття визначених об'єктів, угруповань військ.

Система зенітного ракетного прикриття відповідає всім ознакам складної системи військового призначення. У той же час, складним системам військового призначення залишаються притаманні й деякі властивості звичайних (простих) систем.

Дослідження системи зенітного ракетного прикриття в розрізі її спроможностей передбачає застосування таких загальнонаукових методів, як аналіз і синтез. В ході аналізу системи під час її декомпозиції окрім фізичного, функціонального, інформаційного, потенціального, часового та економічного зрізів дозволяється також здійснювати морфологічний і процесуальний зрізи [1]. Системи членують як за функціональними ознаками, принципами підпорядкованості [2], так і за компонентами та елементами [3,4]. Такий перелік варіантів передбачений напрямом дослідження, що здійснюється.

З огляду на те, що спроможність є характеристикою якості системи, стає нагальним здійснення якісного зрізу (опису) системи зенітного ракетного прикриття. Такий зріз передбачає якісний аналіз системи зенітного ракетного прикриття, визначення її станів, властивостей, що притаманні системі з урахуванням цільового призначення (спрямованості). Під час аналізу складної системи слід визначати не тільки наявні властивості та характеристики, які лежать на поверхні, а й ті, що за логікою функціонування притаманні цій системі, від яких залежить результат виконання завдання та ступінь досягнення мети. Формалізація властивостей і характеристик, які ми отримуємо внаслідок такого “якісного зрізу” дає змогу здійснити математичний опис всіх процесів, що відбуваються та побудувати адекватну математичну модель системи.

Під час синтезу перспективної системи зенітного ракетного прикриття отриманий раніше якісний зріз стає еталоном – вимогою до якості системи, до її властивостей і характеристик. Виконання чи дотримання вимог забезпечують утримання системи зенітного ракетного прикриття у такому стані, який сприяє виконанню визначених завдань. Недотримання вимог, втрата властивостей або погіршення характеристик призводить до зміни стану системи (недосягненню спроможностей), і, як наслідок, невиконанню нею завдань.

Слід зазначити, що запропонований якісний зріз системи слід робити саме за властивостями і характеристиками, а не за її ознаками. Це пояснюється тим, що ознака може бути проявом властивостей, і тоді цей прояв сприймається як знак, що несе інформацію про об'єкт. Проте, ознака, як носій деякої інформації про об'єкт для суб'єкта, може бути фальсифікацією, лише імітувати певні властивості [5].

В продовження міркувань щодо декомпозиції системи зенітного ракетного прикриття за якісним зрізом зазначимо, що спроможний стан за критерієм відповідності визначається придатністю компонентів і елементів до виконання завдань, доцільністю застосування саме таких складових, а не інших, а також вчасністю проведення всіх заходів. За критерієм стійкості спроможність системи визначається захищеністю, живучістю та маневреністю компонентів і елементів. Критерій забезпеченості характеризується достатністю, потребою та

поповнюваністю складових системи зенітного ракетного прикриття. Такий розподіл значно полегшує подальше вивчення некорельованих або слабо корельованих між собою властивостей і характеристик системи зенітного ракетного прикриття.

Дослідження потенційних можливостей, спроможностей складних систем, а також дослідження функціонування таких систем в ході операцій передбачають наявність процесів визначення та аналізу факторів, які впливають на об'єкт дослідження[6,7].

Проблемними питаннями під час дослідження спроможностей системи зенітного ракетного стають невідповідності визначення та вимірювання складових означеної трійки понятійного апарату, а саме, спроможність-можливість-здатність. Крім того, ми повинні розуміти, що визначення та обґрунтування спроможностей, з одного боку, повинно забезпечити виконання головного завдання системи, а з іншого – враховувати її можливості. Результатом такого протистояння може стати отримання раціонального варіанту побудови системи зенітного ракетного прикриття з можливістю гнучкого реагування на зміни до її спроможностей.

За результатами проведених досліджень складних систем в цілому та системи зенітного ракетного прикриття зокрема запропоновані уточнені тлумачення понять “складної системи”, “складної системи військового призначення”, “системи зенітного ракетного прикриття”. Також, зазначено, що спроможності системи зенітного ракетного прикриття – це вимоги до її здатності. Запропонований якісний зріз системи є процедурою, необхідною для декомпозиції системи зенітного ракетного прикриття. Такий зріз ідентифікує притаманні системі властивості та характеристики, дає змогу сформуванню повний перелік факторів впливу на неї, стає основою формування спроможностей, які слід враховувати під час синтезу перспективної системи зенітного ракетного прикриття.

Подальшим напрямом дослідження є формалізація властивостей і характеристик, які можна отримати в результаті якісного зрізу, приведення їх до сумісності із загальноприйнятим математичним апаратом опису бойових можливостей, а також визначення повного переліку факторів впливу на систему. Це дасть змогу привести запропоновані поняття у єдиний вимірний простір, сприятиме створенню математичної моделі, яка стане інструментом для подальшого дослідження системи зенітного ракетного прикриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Елементи дослідження складних систем військового призначення: навч. посібн. [для докторантів, ад'юнктів, здобувачів] / [О.М. Загорка, С.П. Мосов, А.І. Сбітнев, П.І. Стужук]. – К.: НАОУ, 2005 – 100 с. (Бібліотека НУОУ).
2. Барабаш Ю.Л. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем: навч. посібн. [для ад'юнктів та здобувачів наукового ступеня] / Ю.Л. Барабаш. – К.: НАОУ, 1999. – 39 с. – (Методологія військово-наукових досліджень).
3. Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку): монографія / [Торопчин А.Я., Кириченко І.О., Єрмошин М.О., Дробаха Г.А., Долина М.П.] – Х.: ХУ ПС, 2006.
4. Збройна боротьба у повітрі та космосі : підручник / М.О.Єрмошин, С.П.Ярош, Є.І.Ряполов та ін.; за заг. Ред. М.О.Єрмошина. – Х. : ХНУПС, 2019. – 492 с. : іл.
5. Філософський енциклопедичний словник / НАН України, Ін-т філософії імені Г. С. Сковороди; [редкол.: В. І. Шинкарук (голова) та ін.]. – Київ: Абрис, 2002. – VI, 742 с.
6. Флейшман Б.С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем. М., Изд-во “Советское радио”, 1971, 224 стр. т. 6600 экз.
7. Сорокин В.П. Моделирование систем вооружения и боевых действий войск противовоздушной обороны Сухопутных войск : Учебное пособие. Киев : изд. ВА ПВО СВ. 1991.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

Глоба Олександр Володимирович – ад’юнкт кафедри зенітних ракетних військ Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, militarybox@ukr.net

Левченко Михайло Антонович – кандидат військових наук, доцент, начальник кафедри зенітних ракетних військ Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, kaf_zrv@ukr.net

Мельниченко Василь Семенович – кандидат військових наук, доцент, професор кафедри зенітних ракетних військ Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, kaf_zrv@ukr.net

Hloba Oleksandr Volodymyrovych – post graduated student-officer of the Anti-Aircraft Missile Troops Department of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, militarybox@ukr.net

Levchenko Mychailo Antonovych – Ph Din Military Sciences, Assistant Professor, Chief of the Anti-Aircraft Missile Troops Department of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, kaf_zrv@ukr.net

Melnychenko Vasyl Semenovych – Ph Din Military Sciences, Assistant Professor, Professor of the Anti-Aircraft Missile Troops Department of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, kaf_zrv@ukr.net

О.І. Бабенко, Д.О. Сізон, В.В. Калачова, Н.Є. Сальна

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ВЗАЄМОСУМІСНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА КРАЇН – ЧЛЕНІВ НАТО

Анотація

Запропоновано методика оцінювання взаємосумісності систем управління Збройних Сил України та країн-членів НАТО при виконанні завдань в операціях (бойових діях), удосконалено наявні інструментарії (моделі, сукупності показників та методики) оцінювання взаємосумісності.

Ключові слова: Збройні Сили України, Збройні Сили країн - членів НАТО, система управління, взаємосумісність, операція, бойові дії.

Abstract

A methodology for assessing the interoperability of the management systems of the Armed Forces of Ukraine and NATO member countries when performing tasks in operations (combat operations) is proposed, and the available tools (models, sets of indicators and methods) for interoperability assessment have been improved.

Keywords: Armed Forces of Ukraine, Armed Forces of NATO member countries, management system, interoperability, operation, combat operations.

Прагнення України стати повноправним членом НАТО та практичні шаги до досягнення цієї мети є одною з головних завдань сьогодення. Питання організації управління та забезпечення сумісності з взаємодіючими збройними силами завжди залишаються актуальними у військовому мистецтві. Це пов'язано з розвитком форм, способів застосування ЗС України в сучасних та перспективних операціях (бойових діях) та порядку забезпечення взаємосумісності систем управління Збройних Сил України та країн - членів НАТО[1].

Метою роботи є розроблення методики оцінювання взаємосумісності систем управління Збройних Сил України та країн-членів НАТО при виконанні завдань в операціях (бойових діях).

Одним із способів оцінювання взаємосумісності систем управління збройних сил при виконанні сумісних завдань є порівняння результатів моделювання бойових дій з параметрами реальної системи та результатів моделювання з ідеальними параметрами.

У загальному випадку показник взаємосумісності систем управління є кількісною характеристикою ступеня досягнення мети процесу або діяльності [2, 3, 4].

Метою процесу організації взаємосумісності систем управління, можна розглядати як досягнення результату ведення бойових дій виділеного угруповання військ, що відповідає заданому критерію ефективності.

Досягнення такої мети може бути реалізовано в ході виконання набору функцій управління, основними з яких є цілеполагання, планування, підготовка, організація, контроль ведення бойових дій та їх всебічне забезпечення. Тоді за повнотою реалізації основних функцій в структурі системи можна оцінювати якість як системи управління взагалі, так і її структури окремо.

Для оцінювання ефективності як систем управління взагалі, так і їх взаємосумісності зокрема необхідно ввести та обґрунтувати показники оцінювання даного процесу.

Показник оперативності управління.

Процес організації управління можна умовно поділити на декілька етапів, що в сумі створюють цикл управління. На підставі аналізу матеріалів науково-дослідних робіт, командно-штабних навчань можна зробити висновок, що більшість інформаційних повідомлень, що передаються в системі управління (СУ), є випадковими. В загальному випадку моменти між появою окремих повідомлень розподілені по експоненціальному закону[5,6].

Цикл управління буде включати такі складові: час, впродовж якого відбувається збір даних про обстановку; час на аналіз даних і вироблення рішень; час на доведення команд управління; час виконання бойових завдань.

Отже, основним критерієм оцінювання взаємосумісності СУ є час, що витрачається на повний

цикл управління. Цей час повинен забезпечувати своєчасне і якісне виконання всіх процедур організації управління. Його тривалість у кожному окремому випадку і на кожному етапі повинна мати свою межу, перевищення якої призведе до зриву або неповного виконання завдань організації управління. Таку гранично допустиму тривалість одного циклу управління прийнято називати критичним часом. У будь-якому випадку цей час не повинен скорочуватися за рахунок якості організації управління, особливо за рахунок обґрунтованості рішення, що приймається.

Показник безперервності управління.

Організація управління є безперервним процесом, який включає в себе певну послідовність операцій орган військового управління (ОВУ) в процесі планування. При цьому початок (закінчення) операцій, буде мати часовий і просторово-часовий розкид, обумовлений частковою зміною зовнішніх умов і характеристик дій військ. Усе це вимагає якісної підготовки органу військового управління на усіх етапах планування під час проведення операції (бойових дій).

Безперервність забезпечується організацією чіткої взаємодії ПУ, надійною роботою засобів зв'язку, а також умілим використанням засобів управління. Саме тому доцільно окремо розглянути один з основних показників ефективності функціонування структури СУ, який вбрав у себе всі характеристики складових системи, у тому числі й характеристики інформаційно-аналітичного забезпечення процесів планування. Цей показник характеризує безперервність процесів управління.

Таким чином, використовуючи запропонований підхід (якщо відомі залежності величини введених мірних параметрів (макропараметрів) процесу планування від керованих та некерованих параметрів СУ та тих параметрів, що характеризують розвиток бойових дій), стає можливим відшукати такі керовані параметри СУ, які задовольняють вимогам забезпечення безперервності та сприяють підвищенню ефективності бойових дій.

Показник якості управління.

Якість управління визначається тим приростом ефективності бойових дій, який додає координуючий цілеспрямований вплив ОВУ на всіх рівнях. Якість планування є сукупністю властивостей процесу, що дозволяє оцінити його результативність. ОВУ втручаються в процес ведення бойових дій підпорядкованими з'єднаннями і частинами та дозволяють їм за обстановкою самостійно приймати (уточнювати) рішення та виконувати раніше поставлені завдання. Основним вимірюваним параметром якості управління є час реакції органів управління на зміни обстановки, який складається з часу оцінки обстановки, формування (уточнення замислу дій), часу прийняття рішення та доведення його до військ (сил).

Значення показників які перелічені, можуть застосовуватись як часткові показники оцінювання ефективності управління для порівняння. Сам коефіцієнт виступає як інтегральний показник, що дозволяє оцінити вплив СУ на ступінь реалізації бойового потенціалу.

У відповідності до результатів досліджень [2, 7] порівняння варіантів способів організації управління проводиться відповідно до показників: повнота реалізації основних принципів військового управління; прогнозований ступінь реалізації бойових можливостей військ (коефіцієнт прикриття); рівень підготовки органів управління; рівень всебічного забезпечення операції (бойових дій); потреби у проведенні заходів щодо зміни існуючих організаційних структур; рівень забезпечення постійної бойової готовності (математичне сподівання тривалості виконання заходів щодо забезпечення функціонування); імовірність своєчасної реакції на дії противника (ймовірність виконання завдань у заданий час); рівень оперативності, стійкості, безперервності, прихованості управління. Ці показники оцінюються експертних шляхом.

В результаті проведеного дослідження для оцінки взаємосумісності систем управління запропоновано використовувати ряд моделей та методик.

1) Для синтезу сценаріїв варіантів організації управління доцільним є використання сценарного аналізу.

2) Для оцінки взаємосумісності систем управління запропоновано використовувати теоретико-графовий підхід, що ґрунтується на поняття ентропії графа. З'ясовано, що на складність структури системи управління і, відповідно, на складність організації сумісності, у більшій мірі буде впливати кількість органів управління, що організують взаємодію (та між якими буде організовуватись взаємодія) та розподіл інформаційних зв'язків.

3) З метою порівняння варіантів забезпечення взаємосумісності СУ запропоновано використовувати експертні оцінки, що будуються на методі аналізу ієрархій та методах рішення багатокритеріальних задач прийняття рішення.

4) Розроблені методичні підходи до оцінки взаємосумісності СУ та порівняння варіантів дозволили перейти к генеруванню рекомендацій щодо організації взаємосумісності СУ Збройних Сил України та країн-членів НАТО при виконанні завдань в операціях (бойових діях).

В статті вирішене актуальне завдання щодо удосконалення наявного інструментарію (моделі, сукупності показників та методики) оцінювання взаємосумісності систем управління Збройних Сил України та країн-членів НАТО при виконанні завдань в операціях (бойових діях).

Головними результатами роботи є:

обґрунтовано показники та критерії оцінювання взаємосумісності систем управління;

розроблена методика оцінювання взаємосумісності систем управління Збройних Сил України та країн-членів НАТО при виконанні завдань в операціях (бойових діях).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи стратегії національної безпеки та оборони держави: Підруч. / В.Г. Радецький, О.П. Дузь-Крятченко, В.М. Воробйов, В.П. Грищенко та ін.: – К: НУОУ, 2009. – 596 с.
2. Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов, А.В. Тристан та ін.; за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова. Міністерство оборони України. – Х.: ХУПС. – 2008. – 545 с.
3. Порядок оперативного планування в органах військового управління НАТО: Навч. посіб. / А. М. Сиротенко, В. М. Тарасов, С. М. Салкуцан, [та ін.]. - К.:НУОУ імені Івана Черняхівського, 2019. - 232 с.
4. Микрюков В.Ю. Теория взаимодействия войск. – М.: Вузовская книга, 2002. – 240 с.
5. Більчук В.М., Ткаченко В.І., Смірнов Є.Б. Оцінка ефективності прийняття рішень щодо оперативного управління в умовах нестохастичної невизначеності інформаційного забезпечення / В.М. Більчук, В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов // Системи озброєння і військова техніка. – Х: ХУПС, 2008. – № 1(13). – С. 2 - 9.
6. Костюк І.А. Оцінювання моделей роботи службових осіб органу військового управління під час планування застосування повітряного командування в оборонній операції оперативного угруповання військ (сил) // Збірник наукових праць “Труди Університету” №6 (162). - С. 73-80.
7. Загорка О.М. Особливості та принципи побудови мережецентричної системи управління угруповання військ (сил) / О.М. Загорка, В.В. Коваль, В.В. Тюрін, В.Г. Малюга, І.О. Загорка // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХНУПС, 2016. – Вип. 3(48). – С.7-9.

Бабенко Олександр Іванович — канд. військ. наук, доцент, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, babenkoai173@ukr.net

Сізон Дмитро Олександрович — начальник НДВ (розвитку, підготовки та застосування угруповань Повітряних Сил) НДУ (розвитку і застосування Повітряних Сил) НЦ ПС Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, ssdimass80@ukr.net

Калачова Віроніка Валеріївна — канд. техн. наук, доцент, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, vkadres@ukr.net

Сальна Наталія Євгенівна — науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, n.salna@ukr.net

Babenko Oleksandr I. — Candidate of military sciences associate professor Leading Researcher of Ivan KozhedubKharkivNational Air Force University, Kharkiv, babenkoai173@ukr.net

Sizon Dmytro O. — Chief of the SRD (development, training, and application of Air Force Groups) of the SRM (development and application of the Air Force) of Ivan KozhedubKharkivNational Air Force University, Kharkiv, ssdimass80@ukr.net

Kalachova Vironika V. — PhD in Engineering Associate Professor Senior Researcher Senior Researcher of Air Force Scientific Center of Ivan KozhedubKharkivNational Air Force University, Kharkiv, vkadres@ukr.net

Salna Natalia E. — Researcher of Air Force Scientific Center of Ivan KozhedubKharkivNational Air Force University, Kharkiv, n.salna@ukr.net

О.М. Дзігора, І.М. Трофимов, І.О. Гурін

ПЕРСПЕКТИВНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ЗОНДУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ

Анотація: Розглядаються особливості цифроаналогового формування радіолокаційних зондувальних сигналів. Обговорюються можливості використання комбінованих цифроаналогових формувачів, побудованих на основі цифрових синтезаторів прямого цифрового синтезу та квадратурних модуляторів, в збудниках радіопередавальних пристроїв перспективних багатофункціональних радіолокаційних станцій. Пропонується удосконалена математична модель пристрою квадратурного цифроаналогового формування сигналів із складними законами модуляції параметрів.

Ключові слова: зондувальний сигнал, цифровий синтезатор сигналів, квадратурний модулятор, цифроаналоговий метод.

Abstract: The features of digital-analog forming a radar sounding signals are considered. Possibilities of using a combined digital-analog shapers based on digital synthesizers of direct digital synthesis and quadrature modulators in generators of radio transmitting devices of advanced multi-role radars are discussed. Improved mathematical model of quadrature digital-analog forming device of signals with complex modulation function parameters are proposed.

Keywords: sounding signal, digital signal synthesizer, quadrature modulator, digital-analog method.

Одним з перспективних шляхів підвищення ефективності радіолокаційних станцій (РЛС) є адаптація до умов радіолокаційного спостереження і оптимізація режимів зондування. Даний факт можна пояснити різноманіттям задач, розв'язуваних сучасними багатофункціональними РЛС, прагненням поєднувати корисні властивості зондувальних сигналів (ЗС), що мають різні інформаційні можливості, потребою комплексного вирішення питань підвищення інформативності, захисту від завад і прихованості роботи РЛС.

В радіопередавальних пристроях (РПП) сучасних РЛС широко використовуються пристрої цифрового формування сигналів – цифрові синтезатори (ЦСС) [1, 2]. Перевагами таких синтезаторів є: малий крок сітки частот, висока швидкість перебудови частоти, низький рівень фазових шумів, простий алгоритм формування складних сигналів, можливість незалежного керування амплітудою, фазою й частотою синтезованого сигналу, гарна повторюваність параметрів при тиражуванні, зручність управління за допомогою цифрового інтерфейсу, стабільність параметрів при впливі дестабілізуючих факторів. Однак, основним недоліком ЦСС є їх обмежена швидкодія. У даний час розробникам доступні інтегральні ЦСС, кращі зразки яких здатні функціонувати з тактовими частотами до 3,5 ГГц і, відповідно, забезпечують формування складних сигналів із керованими параметрами в діапазоні частот до 1...1,5 ГГц [1–3]. Ця обставина поки стримує широке застосування цифрових збудників у РПП перспективних РЛС, що працюють у верхній частині дециметрового й сантиметровому діапазонах довжин хвиль.

Недолік, пов'язаний з обмеженим частотним діапазоном ЦСС, в значній мірі усувається при використанні цифроаналогових методів формування складних сигналів надвисоких частот (НВЧ) [4–6]. Для перенесення ЧМ сигналів, що формується ЦСС, в діапазон НВЧ широко використовувалися комбіновані цифроаналогові формувачі (КЦАФ), побудовані на основі систем фазового автопідстроювання частоти та перетворення частоти за допомогою змішувачів.

Найбільш перспективними на даний час для формування складних зондувальних сигналів із адаптивно змінюваними параметрами є КЦАФ, побудовані на основі цифрових синтезаторів прямого цифрового синтезу і квадратурних модуляторів (КМ) [5, 6]. Характерною особливістю такої побудови є необхідність використання для формування сигналів із заданими

амплітудно-частотно-часовими параметрами ЦСС, що має два ідентичні канали - синфазний та квадратурний.

Квадратурні складові вихідного сигналу ЦСС після смугової фільтрації надходять на входи балансного КМ. На гетеродинний вхід КМ надходить опорне коливання, що формується зовнішнім НВЧ генератором. Спотворення часово-частотної структури вихідних сигналів такого КЦАФ, по суті, визначаються спотвореннями вихідних сигналів ЦСС та стабільністю сигналу зовнішнього опорного генератора, в якості якого може використовуватися, наприклад, цифровий синтезатор частоти.

Використання квадратурних цифроаналогових формувачів у РПП багатофункціональних РЛС забезпечує можливість формування широкого ансамблю високостабільних простих і складних ЗС практично в будь-якому діапазоні частот з низьким рівнем небажаних комбінаційних складових, швидкого переходу (від імпульсу до імпульсу або від періоду до періоду) від одного виду сигналу до іншого та адаптивної зміни їх параметрів залежно від режиму бойової роботи і реальної цільової та заводої обстановки.

Запропоновано удосконалену математичну модель пристрою формування, що дозволяє оцінити спотворення часово-частотної структури вихідних НВЧ сигналів КЦАФ, рівень небажаних спектральних компонентів, що пов'язані з неідентичністю квадратурних каналів ЦСС, КМ та якістю сигналу опорного генератора.

Одержані з використанням запропонованої математичної моделі результати досліджень дозволяють оцінювати потенційні можливості пристроїв формування радіолокаційних ЗС із адаптивно змінюваними параметрами, проводити аналіз ефективності різних варіантів практичної реалізації формувачів радіолокаційних сигналів та конкретизувати технічні вимоги до передавальних пристроїв перспективних багатофункціональних РЛС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белов Л.А. Устройства формирования СВЧ сигналов и их компоненты: учеб. пособ. / Л.А. Белов. – М: Издательский дом МЭИ. – 2010. – С. 242-266.
2. Кандырин Н. П. Современное состояние техники цифрового синтеза сложных частотно-модулированных сигналов / Н.П. Кандырин, А.М. Дзигора // Збірник наукових праць ХУ ПС. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вип. 6(6). – С. 20-25.
3. 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.
4. Лошаков В.А. Цифроаналоговый метод формирования сложных СВЧ сигналов с высокой чистотой спектра / В.А. Лошаков, И.В. Красношапка, А.В. Костянец // Збірник наукових праць ХВУ. – Х.: ХВУ. – 2001. – Вип. 7 (37). – С. 55-58.
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. Голуб В.С. Квадратурные модуляторы и демодуляторы в системах радиосвязи / В.С. Голуб // Электроника НТБ. – 2003. – № 3. – С. 28-32.

Дзигора Олександр Михайлович – науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: rozenboss@gmail.com

Трофимов Іван Миколайович – кандидат технічних наук, старший дослідник, начальник науково-дослідного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: tininterpreter@ukr.net

Гурін Ігор Олександрович – науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: garri2014@ukr.net

Oleksandr Dzihora – Research Associate, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: rozenboss@gmail.com

Ivan Trofymov – PhD in Engineering, Senior Researcher, Chief of Scientific Research Department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: tininterpreter@ukr.net

Ihor Hurin – Research Associate, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: garri2014@ukr.net

О.С. Маляренко, І.М. Трофимов

ДЕРЖАВНЕ ВПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ППО РІЗНИХ КРАЇН ПОХОДЖЕННЯ. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЗАПИТУВАЧІВ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ

Анотація. Розглянуто причини та наслідки помилок прийняття рішень під час протиповітряної оборони, показники ефективності протиповітряної оборони та роль розпізнавального засобу в усуненні помилок. Показано можливості оснащення засобами протиповітряної оборони малої дальності, які постачаються на озброєння сил оборони України запитувачами системи ідентифікації України зі сформульованими основними вимогами.

Ключові слова: Протиповітряна оборона, помилки протиповітряної оборони, показники ефективності протиповітряної оборони, засоби протиповітряної оборони малої дальності, розпізнавання чужий чи чужий, переносний запитувач, основні вимоги.

Abstract. Causes and consequences of decision-making errors during air defense, efficiency indicators air defense and the role of the identification friend or foe in eliminating errors are considered. The possibilities of equipping means of short-range air defense, which are supplied to the defense forces of Ukraine by the requesters of the identification system of Ukraine with the formulated main requirements are shown.

Keywords: Air defense, air defense errors, air defense efficiency indicators, means of short-range air defense, identification friend or foe, portable interrogator, principal Requirements.

Ведення ППО складається з таких компонентів: виявлення повітряної цілі (цілей), прийняття рішення щодо відкриття вогню, застосування зброї. Прийняття рішення у ППО, як і взагалі у військовій справі, завжди супроводжується ризиком помилок: помилка першого роду – хибне відкриття так званого “дружнього вогню”, завдання удару по своїх або союзницьких силах [1], [2] і помилка другого роду – пропуск ворожого засобу повітряного нападу (ЗПН) без вогневого впливу на нього.

На ймовірність прийняття правильних або помилкових рішень ППО суттєво впливає якість державного (за принципом “свій-чужий”) впізнавання виявленого об'єкта. Тому узагальнені показники ефективності системи радіолокаційного впізнавання (РЛВ) виражають через ефективність системи більш високого порядку (забезпечуваної системи ППО) [3]:

$$E_{\text{ч}} = \frac{M[N_{\text{ч}}]_{\text{р}}}{M[N_{\text{ч}}]_{\text{ід}}}, \quad E_{\text{с}} = \frac{M[N_{\text{с}}]}{M[N_{\text{с}}]_{\text{р}}}$$

де $M[N_{\text{ч}}]_{\text{р}}$ – математичне очікування кількості знищених чужих цілей за наявності реальної (існуючої) системи РЛВ, $M[N_{\text{ч}}]_{\text{ід}}$ – за наявності ідеальної системи;

$M[N_{\text{с}}]$ – математичне очікування кількості збитих своїх літаків без системи РЛВ, $M[N_{\text{с}}]_{\text{р}}$ – за наявності існуючої системи.

Такі показники ефективності були виправдані в часи передбачуваного масового застосування авіації. Сьогодні, коли одна ракета або дрон-камікадзе можуть нанести великої шкоди, доцільно запропонувати такі показники, як “вартість” правильних або помилкових дій: нанесені або запобігнуті збитки (економічні, бойові, нарешті – моральні).

Негативні наслідки та деякі причини дружнього вогню висвітлені в роботі [1]. До цих причин слід додати використання Збройними Силами озброєння та військової техніки (ОВТ) різних держав-виробників, що оснащені засобами різних систем упізнавання – запитувачами та/або відповідачами. Звідси виникає проблема забезпечення надійного та оперативного взаємного впізнавання.

У сучасних умовах, коли і ЗПН, і своя авіація діють на малих і гранично малих (одиниці метрів) висотах польоту, на прийняття рішень може бути відведено лише кілька секунд, що

критично важливо для застосування засобів ППО ближньої дії – зенітних артилерійських, переносних зенітних ракетних комплексів (ПЗРК). Упізнавання крилатих ракет не є необхідним, оскільки їх застосовує лише одна сторона – Російська Федерація, отже впізнавання літаків, вертольотів є обов’язковим, а візуальне впізнавання, яке й застосовується у більшості випадків, є вкрай ненадійним, враховуючи однотипність літальних апаратів обох сторін або схожість зовнішнього вигляду. В умовах короткочасного бою на прийнятті рішень впливає також психологічне навантаження стрілка-зенітника.

Проблема державного впізнавання загострюється у разі постачання силам оборони авіаційних засобів та ППО різних країн походження, які застосовують різні системи РЛВ. Так системою РЛВ України є система “Пароль”, країн НАТО – система Mk XA (Mk XII). Створені незалежно (і навіть в умовах секретності) системи є несумісними і на системному (принципи впізнавання), і на технічному рівнях [2]. Технічна несумісність полягає головним чином у суттєвій різниці робочих частот (приблизно в 1,5 рази), що не дозволяє використовувати єдині пристрої генерації, випромінювання та приймання сигналів. Різні принципи і можливості впізнавання вимагають також різної технічної реалізації відображення результатів упізнавання, автоматичного прийняття рішень за результатами впізнавання. Через це в окремих існуючих зразках ОВТ сумісне застосування засобів обох систем суттєво ускладнюється або є неможливим. До цих зразків відносяться зокрема переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК), які останнім часом поставляються силам оборони України. При цьому ПЗРК Stinger, наприклад, поставляється без запитувача, але з антеною переносного запитувача [4], яка є частиною пускового пристрою (рис. 1 [3]).



Рисунок 1 – ПЗРК Stinger із запитувачем AN/PPX-3B.

Якщо до Повітряних Сил Збройних Сил України надійдуть літаки, які комплектовані відповідачами системи Mk XA, також виникне проблема їхнього впізнавання.

Шляхами забезпечення в означених умовах впізнавання наземними засобами повітряних об’єктів є:

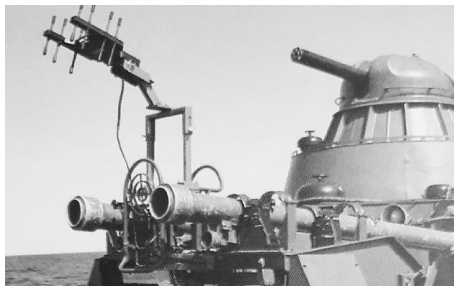
– створення у найкоротші терміни переносних запитувачів системи “Пароль”, комплектування ними ПЗРК;

– створення комплексованих запитувачів, які забезпечать впізнавання в системах “Пароль” і Mk XA.

Можливості оснащення запитувачами засобів ППО, які не були до цього пристосованими, надає приклад польської фірми RADWAR [2], яка забезпечує спеціальними кріпленнями встановлення антени запитувача IKZ-02 на засобах ППО наземного (рис. 2, а) або корабельного (рис. 2, б) застосування.



а)



б)

Рисунок 2 – Приклади умонтування антени запитувача IKZ-02.

З урахуванням характеристик АН/РРХ-3В у складі різних засобів ППО, використання єдиної системи РЛВ з державами СНД, зокрема РФ, а також досвіду вітчизняної промисловості з незавершеної ДКР “Барс” можуть бути сформульовані такі основні вимоги до переносних запитувачів малої дальності системи “Пароль”:

– до складу запитувачів мають входити антена з високочастотними кабелями і засобами кріплення, запитувач зі вставним пристроєм зберігання кодів запиту і ознак кодів відповіді II режиму та автономним джерелом живлення, пристрій обчислення кодів II режиму (на групу ПЗРК);

– максимальна дальність упізнання – не менше дальності виявлення (поразки) ракетних, артилерійських, ракетно-артилерійських комплексів та систем ближньої дії;

– має бути забезпечене придушування бічних пелюсток за запитом та/або на прийом;

– режими запиту – I і II;

– програмування і збереження кодів запиту і ознак кодів відповіді II режиму – на 4 доби з індикацією дня роботи;

– параметри сигналів і кодів – згідно з національним стандартом [6];

– після вмикання запиту впізнання автоматичне з 3 циклів по 10 – 16 запитів;

– індикація результатів упізнання – візуальна та звукова (запит здійснюється, відповідь є, запитувач несправний).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Камалтинов Г.Г., Кісель П.І., Кукобко С.В. & Маляренко О.С. (2016) Впізнання об’єктів на полі бою. Аналіз світового досвіду. *Озброєння та військова техніка*, (12(4)), 22 – 26.

2. Белавін О.В., Маляренко О.С., Трофімов І.М. Можливості та шляхи забезпечення взаємного впізнання об’єктів в умовах застосування різних систем впізнання “свій-чужий”. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences: Collection of scientific papers “АЮГОΣ” with Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, Cambridge, May 20, 2022.* Cambridge-Vinnytsia: P.C. Publishing House & European Scientific Platform, 2022.

3. Маляренко А.С. Системы вторичной радиолокации для управления воздушным движением и государственного радиолокационного опознавания: Справочник.– Харьков: ХУВС, 2007.– 78 с.

4. STINGER-інструкція від ССО УКРАЇНИ <https://www.youtube.com/watch?v=G1Nq-5fiqKg> (дата перегляду 5.11.2022).

5. IKZ-02 Short range IFF interrogator set: рекламний проспект CNPEP RADWAR SA, Warszawa.

6. ДСТУ В 8822:2018 Засоби радіолокаційної системи державного впізнання. Наземні радіолокаційні запитувачі. Загальні технічні вимоги.

Маляренко Олександр Сергійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, a_mal@meta.ua

Трофімов Іван Миколайович – кандидат технічних наук, старший дослідник, начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, tininterpritor@ukr.net

Oleksandr Maliarenko – Candidate of Technical Sciences Senior Research, Lead Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, a_mal@meta.ua

Ivan Trofimov – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Chief of Scientific Research Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, tininterpritor@ukr.net

О.В. Коломійцев, А.М. Катунін

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ АКУСТООПТИЧНОГО МЕТОДУ КЕРУВАННЯ ДИФРАКЦІЄЮ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВІДБИВНИХ ПОКРИТТЯХ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Анотація

Запропоновано використання акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях для захисту озброєння та військової техніки. Визначені потенційні можливості акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, дифракція, оптичне випромінювання, відбивні покриття.

Abstract

The use of the acousto-optic method for controlling the diffraction of optical radiation on reflective coatings for the protection of armament and military technique. The potential possibilities of the acousto-optical method for controlling the diffraction of optical radiation are determined.

Keywords: armament and military technique, diffraction, optical radiation, reflective coatings.

На даний час використовується низка відомих способів щодо захисту озброєння та військової техніки (ОВТ) від засобів повітряного нападу (ракет із напіваактивними лазерними системами наведення). Такі способи передбачають застосування відбивних покриттів. Одним із перспективних є спосіб, в якому здійснюється виведення з робочого стану системи керування ракети шляхом швидкої зміни положення (коливань) світлових плям – оптичних перешкод на підстилаючій поверхні. Його реалізація здійснюється за рахунок використання керованого дифракційно відбивного покриття для оперативної зміни періоду структури покриття. Кероване дифракційно відбивне покриття характеризується можливістю зміни періоду своєї структури та забезпечує швидкі зміни положень напрямків відбиття випромінювання, внаслідок чого відбуваються зміни положення (коливання) світлових плям – оптичних перешкод на підстилаючій поверхні ОВТ.

Метою роботи є розробка пропозицій щодо використання акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях для захисту озброєння та військової техніки.

Методи керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях ОВТ ґрунтуються на застосуванні в покриттях матеріалів, у яких відбивні властивості можливо цілеспрямовано змінювати шляхом застосування акустооптичного, електрооптичного, термооптичного ефектів [1].

Акустооптичний метод керування дифракцією передбачає просторову модуляцію коефіцієнта відбиття у середовищі, яка здійснюється ультразвуковими (акустичними) хвилями. При поширенні ультразвуку у відбивному покритті утворюється фазова решітка (ділянки стиснення і розрядження матеріалу середовища поширення хвиль). Амплітуду деформації ε_k можливо обчислити через потужність звукової хвилі P_3 та параметри активного середовища [2,3]:

$$\varepsilon_k = [2P_3(aL\rho v_3)]^{1/2},$$

де ρ – густина середовища; aL – площа перерізу акустичного стовпа у напрямку поширення звукової хвилі; v_3 – швидкість поширення хвилі у матеріалі покриття.

При використанні рухомих акустичних хвиль фазові решітки у середовищі рухаються зі швидкістю звукової хвилі і період решітки становить половину довжини хвилі. У свою чергу, у випадку застосування стоячої хвилі, при виконанні умови з $v_3 \ll 1$, де v_3 – швидкість світла,

фазову решітку прийнято вважати нерухомою для падаючої світлової хвилі.

Таким чином, можливо стверджувати, що цілеспрямована зміна характеристик акустичної хвилі призводить до можливості формування відбивної фазової решітки із заданими параметрами, на якій буде дифрагувати падаюче оптичне випромінювання. Внаслідок відбиття світла від даного дифракційного покриття буде отримано певний просторовий перерозподіл відбитого випромінювання. З кристалічних середовищ найбільш перспективними для видимого та ближнього ІЧ-діапазонів є парателурит (TeO_2), молібдат свинцю (PbM_8O_4) та солі альфайодистої кислоти ($\alpha\text{-HfO}_3$) [2,3].

Незважаючи на перспективність даного методу керування дифракцією оптичного випромінювання, створення відбивних дифракційних покриттів на основі розглянутого методу має недоліки, до яких можливо віднести наступні [2,3]:

- дифракційна ефективність становить $\sim 40\%$;
- високий коефіцієнт загасання акустичних хвиль у середовищах і, як наслідок, нестабільність параметрів створюваної відбивної фазової решітки;
- відсутність можливості створення заданого профілю покриттів.

Таким чином, проведений аналіз можливостей використання акустооптичного методу керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях дозволяє зробити наступні висновки:

- перспективність розробки відбивних дифракційних покриттів з керованими параметрами обумовлена застосуванням відбивних покриттів для захисту ОБТ від ракет із напівактивними лазерними системами наведення;
- керування дифракцією оптичного випромінювання на відбивних покриттях можливе на основі використання акустооптичного ефекту, але технічна реалізація методу утруднена внаслідок низької дифракційної ефективності та нестабільності параметрів створюваного покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мустель Е.Р., Парыгин В.П. Методы модуляции и сканирования света. – М.: Наука, 1975. – 296 с.
2. Ребрин Ю.К. Управление оптическим лучом в пространстве. – М.: Советское радио, 1977. – 336 с.
3. Бондаренко В.С., Зоренко В.П., Чкалова В.В. Акустооптические модуляторы света. – М.: Радио и связь, 1988. – 136 с.

Коломійцев Олексій Володимирович — д-р техн. наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків, e-mail: alexus_k@ukr.net

Катунін Альберт Миколайович — канд. техн. наук, старш. наук. співробіт., доцент кафедри, Національний університет цивільного захисту, м. Харків, e-mail: lightsymbol@gmail.com

Kolomiitsev Oleksii V. — Dr. Sci. (Eng.), professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of Department Computer Engineering and Programming, National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, e-mail: alexus_k@ukr.net

Katunin Albert M. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Research Scientist, Associate Professor of Department, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, e-mail: lightsymbol@gmail.com

О.О. Клімішен, В.М. Кривонос, А.О. Красноручський

АНАЛІЗ СТАНУ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ HUMS ДО СКЛАДУ БОРТОВИХ КОМПЛЕКСІВ ГЕЛІКОПТЕРІВ КРАЇН НАТО

Анотація.

На підставі аналізу концепції та технології HUMS (Health and Usage Monitoring Systems), яка знайшла застосування на гелікоптерах країн-членів НАТО, оцінюються можливості реалізації її положень у складі вертолітної техніки державної авіації України.

Ключові слова: гелікоптер, контроль стану, діагностика, система моніторингу, технологія.

Abstract.

Based on the analysis of the concept and technology of HUMS (Health and Usage Monitoring Systems), which has found application on helicopters of NATO member countries, the possibilities of implementing its provisions as part of the helicopter equipment of the state aviation of Ukraine are evaluated.

Key words: helicopter, condition control, diagnostics, monitoring system, technology.

Розвиток та вдосконалення основних підходів з діагностики технічного стану вертольотів триває до теперішнього часу, оскільки на оснащення авіаційних підрозділів як у нашій країні так й за кордоном надходить все більше гелікоптерів різних конструктивних схем та призначення.

Конструктивні особливості, насиченість спеціальним обладнанням в залежності від призначення вертольоту ускладнює процес діагностування його технічного стану, особливо при виконанні тривалого польоту, в тому числі в режимі реального часу. Свого часу провідними розробниками електронних технологій була запропонована концепція та архітектура системи, яка призначена відстежувати технічний стан вертольота у реальному часі. Система (і концепція), одержала назву Health and Usage Monitoring System (HUMS).

За задумом розробників оцінка технічного стану гелікоптера передбачає:

- діагностику редуктора та трансмісії з метою виявлення несправностей на ранній стадії їх виникнення;
- контроль положення лопатей (визначення соконусності) та проведення балансування несучої системи вертольота;
- діагностику двигуна з метою "визначення забруднення газового шляху".

Розробка цих напрямків завершилася створенням відповідних автономних підсистем, які зазвичай входять до базового складу сучасних систем HUMS. Кожен із цих напрямків має труднощі у реалізації, пов'язані як з недосконалістю використовуваних алгоритмів, так й із необхідністю враховувати специфіку конкретного типу вертольота під час адаптації до нього системи.

У найзагальнішому вигляді HUMS можна уявити як систему, що складається з датчиків і обчислювачів і включає в себе програмне забезпечення та аналітичні методи, які всі разом дозволяють реєструвати рівні вібрацій і інші параметри для забезпечення контролю і оцінки стану систем і агрегатів вертольота. При характеристиці цієї системи важливо знати її конфігурацію, оскільки вона визначає перелік функцій, які виконуються конкретною системою.

Найперші системи розробки компаній Teiedyne / Steward Hughes і Marconi / Bristow Helicopters склалися з бортової і наземної частин. Вони виконували такі функції на борту:

- моніторинг стану редуктора і трансмісії;
- моніторинг стану ресурсу і експлуатаційних характеристик двигуна;
- контроль положення лопатей і дисбалансу гвинта;
- ресстрація польотних даних (блок FDR);
- запис розмов у кабіні екіпажу (блок CVR) і також на наземні станції;
- обмін даними в операційному середовищі;

- взаємодія з пілотом (до і після польоту);
- здійснення підтримки технічного обслуговування (розшифровка показань датчиків, коректування положення лопатей і балансування гвинта);
- облік ресурсу деталей;
- аналіз і зберігання вихідних сигналів і результатів

Інтеграція FDR і CVR в HUMS робиться з таких міркувань. По-перше, така система економічно вигідна в цілому, оскільки виключає необхідність установки додаткових, периферійних систем. По-друге, така інтеграція зручна експлуатанту, так як обмежує кількість постачальників, що беруть участь в обладнанні вертольота. HUMS такої конфігурації називається повнофункціональною.

На Заході технології HUMS розвиваються вже достатньо часу. На перших кроках здавалося, що знайдені рішення зможуть успішно «закривати» всі питання по автоматичній оцінці стану вертольота, а побудованні з використанням цих рішень системи візьмуть на себе роль інтелектуального порадника, що підказує льотчику в польоті і обслуговуючому персоналу на землі.

Однак ці очікування виявилися передчасними. Доводиться констатувати, що діагностичні можливості сучасних HUMS ще не досягають необхідного рівня і необхідні додаткові інтелектуальні зусилля, щоб забезпечити 100-відсоткове охоплення всіх можливих дефектів з необхідною надійністю.

На шляху впровадження HUMS виявилось безліч "підводних каменів", які не були видні спочатку і усунення яких вимагає розробки нестандартних підходів, тривалих досліджень та ін. Суттєвою перешкодою в цьому процесі є висока вартість HUMS (вартість окремих зразків складає близько \$ 50000).

Крім того, більшість фірм - це постачальники систем неповної конфігурації. Одні, наприклад, обмежуються моніторингом стану двигунів, інші поєднують цю функцію з системою контролю балансувань та соконусності гвинтів. Інші розширюють функції усіченої HUMS можливістю формування в реальних умовах польоту інтегральної оцінки стану за загальними рівнями вібрацій з використанням мінімальної кількості датчиків та подальшою обробкою цієї інформації на наземній станції обробки. Існує варіант M-HUMS, або модульна система, де один модуль базовий і три автономні, що доповнюють базовий за бажанням замовника коли необхідно лише обмежитися контролем проблемних зон. Тобто системи з обмеженими функціональними можливостями традиційно використовують у своїх назвах аббревіатуру HUMS.

Можна стверджувати, що HUMS є найбільш складним компонентом в загальному комплексі вертолітного обладнання. Це визначається не тільки складністю апаратної частини і програмного забезпечення системи, а й труднощами впровадження додаткових функцій в існуючі процедури обслуговування.

Але не зважаючи на наведені недоліки та обмеження, впровадження даної технології призвело до підвищення рівня безпеки польотів.

Крім цього, відзначається і економічний вигравш, так як HUMS дозволяє з меншими витратами вирішувати такі завдання:

- підвищення надійності виконання польотних завдань;
- підвищення комфорту і зменшення навантаження на екіпаж;
- збільшення ресурсу компонентів;
- зменшення кількості випробувальних польотів, необхідних для балансування;
- скорочення часу на позапланове обслуговування;
- підвищення надійності обладнання.

Останні найбільш досконалі варіанти вказаних систем, так звані T-HUMS володіють більш розширеними функціональними можливостями, зокрема, у них реалізовані функції діагностики стану й управління загальновертолітним обладнанням. Діагностичне ядро T-HUMS, яке в даний час встановлюється на борт гелікоптерів AH-64, CH-53 та Mi-17, легко адаптується до інших типів гелікоптерів, а також до БПЛА.

Позитивні наслідки використання такого роду систем та їх вплив на підвищення безпеки польоту підтверджує практичний досвід таких компаній як Eurocopter, Sikorsky, Bell, Boeing, Agusta.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

В даний час у військовій авіації Великобританії, США, Канаді та в інших країнах системами HUMS обладнуються вже не окремі машини, а цілком ескадрильї й парки військових вертольотів. Ще з 2003 року військове керівництво вказаних країн схвалило впровадження HUMS у військову авіацію, назвавши HUMS загальною системою, яка повинна бути встановлена на всіх армійських вертольотах.

Армія США впроваджує HUMS для вирішення наступних завдань: оцінки технічного стану вертольоту в повітрі й на землі, обліку наробітку та умов застосування, контролю за діями льотчиків в польоті, навчання. За допомогою HUMS американські військові сподіваються досягти 90-відсоткового рівня готовності вертолітного парку, що складно зробити при існуючій системі експлуатації й обслуговування.

Ще у 2008 році були оприлюднені такі цифри: установка зазначених систем дозволила заощадити 130 тис. людино-годин, виконати на 27% більше завдань при рівні справності техніки близько 89%. У наші часи плани командування НАТО передбачають впровадження HUMS до складу бортового комплексу на всіх типів військових гелікоптерів від Kiowa Warrior до Chinook.

На зарубіжному ринку HUMS стала впливати на конкурентоспроможність вертольоту. Застосування цих систем перестало бути «актуальною проблемою», а перейшло в розряд усвідомленої політики, що проводиться розробниками й експлуатантами. Всі провідні країни - виробники вертолітної техніки мають державні програми розробки й впровадження HUMS на цивільні й військові вертольоти. Роботи за цими програмами фінансуються державою й військовими відомствами.

У системі МВС України в рамках розвитку Єдиної системи авіаційної безпеки та цивільного захисту авіаційні підрозділи Національної гвардії України, Державної прикордонної служби та Державної служби з надзвичайних ситуацій вже експлуатують гелікоптери французького виробництва H125, H145 та H225 Super Puma. Стосовно легких гелікоптерів H125, H145 слід зазначити, що починаючи з 2015 року компанія Airbus Helicopters здійснює серію випробувань цифрової системи контролю та діагностики HUMS для одно- та двомоторних вертольотів легкого класу. Airbus має намір отримати доповнення до сертифікатів на дообладнання системою HUMS всього модельного ряду легкого класу, від EC120/H120 до EC145/H145.

Також є вдалий досвід встановлення та застосування бортових систем контролю та діагностики на вертольоти цивільної авіації, зокрема Ми-8МТВ. Надходження на озброєння ЗС України багатоцільових гелікоптерів типу Ми-2МСБ та Ми-8МСБ разом із ударним варіантом Ми-24ПУ1, які відрізняються власними силовими установками та авіонікою, потребує підвищення рівня охоплення контролем всіх систем та обладнання вертольота, що є можливим при наявності на борту цифрових систем контролю та моніторингу технічного стану бортового комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UEI HUMS real world applications. BELL UH-1N HUEY helicopter, URL: <https://www.ueidaq.com/applications/health-usage-monitoring-hums>.
2. Safeguarding the reability of helicopters, URL: <https://www.bksv.com/CaseStudies>.
3. White, D. and Vaughan, R., “Fleet Usage Monitoring is Essential in Improving Aging US Army Helicopter Safety, Availability, and Affordability” 9th Joint FAA/DoD/NASA Aging Aircraft Conference, Atlanta GA, March 2006.
4. Sotirov G., Asenov S., Chozhgova A., Vladov M., “Monitoring systems for technical condition of helicopters”, 14th International Scientific Conference, 7 – 9 November 2018, Sofia, Bulgaria. C.167-170.
5. Adams C. HUMS Technology // Avionics International, May 1, 2012. URL: <https://www.aviationtoday.com/2012/05/01/hums-technology>.

Клімішен Олексій Олегович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, старший викладач

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

кафедри № 203, Харків, Україна; email: kl_s_kh@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3859-1531>.

Кривонос Володимир Миколайович – кандидат технічних наук, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, начальник кафедри № 203, Харків, Україна; email: kvn35@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6511-6640>.

Красноруцький Андрій Олександрович – кандидат технічних наук, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба доцент кафедри № 206, Харків, Україна; email: krasnorycki@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>.

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>.

Krivos Volodymyr Mykolayovych – candidate of technical sciences, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, head of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: kvn35@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6511-6640>.

Andriy Oleksandrovich Krasnorutskyi – candidate of technical sciences, Kharkiv National University of the Air Force named after I. Kozheduba, associate professor of department No. 206, Kharkiv, Ukraine; email: krasnorycki@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4318-2217>.

О.Є. Романішена, М.В. Нікулова

ВИКОРИСТАННЯ СЛІДІВ ПАПІЛЯРНИХ ЛІНІЙ В ІСТОРИЧНОМУ ТА СУЧАСНОМУ АСПЕКТІ

Анотація

Стаття присвячена розгляду дактилоскопічних досліджень на протязі її історичного становлення в криміналістичній практиці. З урахуванням виявлення накопиченого досвіду в даній галузі і аналізу сучасних тенденцій робиться спроба визначити шляхи вдосконалення методики виробництва дактилоскопічних досліджень.

Ключові слова: криміналістика, криміналістична практика, дактилоскопічні дослідження, сліди папілярних ліній, судово-дактилоскопічна експертиза.

Annotation.

The article is devoted to the consideration of dactyloscopic research during its historical formation in forensic practice. Taking into account the identification of experience in this field and the analysis of current trends, an attempt is made to identify ways to improve the methodology of dactyloscopic research.

Key words: forensics, forensic practice, dactyloscopic examinations, traces of papillary lines, forensic dactyloscopic examination.

Протягом останнього століття в криміналістичній експертній практиці, а також в судовій медицині використовується такий метод ідентифікації особистості, як дактилоскопія. Метод дактилоскопічної реєстрації не вимагає серйозних фінансових витрат і є найбільш високоефективним.

Аналізуючи різні джерела з даної теми можна простежити тривалий і складний шлях розвитку дактилоскопії в історії.

Сліди папілярних ліній шкіри рук були помічені ще людьми кам'яного віку, про що свідчать численні археологічні знахідки у вигляді різних малюнків на стінах печер, в тому числі зображень людської руки і пальцевих відбитків, а також відобразилися на глиняному посуді папілярних ліній рук. Більш того, з тих пір людство не переставало цікавитися узорами кистей рук, але всі спроби практичного застосування будь-яких емпіричних відомостей про сліди папілярних ліній носили, швидше за все, містичний характер.

До наукових досліджень можна віднести досвід Вільяма Хершела, який вивчав протягом двадцяти років відбитки рук на деревині, склі та папері. При цьому в XIX столітті вперше в науці було помічено, що сліди рук однієї людини ніколи не збігаються з відбитками, залишеними іншими людьми. Крім того, пальцевими узорами цікавився Генрі Фолдс, зібравши з 1879 по 1880 безліч відбитків пальців, вивчаючи їх різноманітність.

Однак історичним переворотом стало скасування 12 липня 1897 року в британській Індії практики антропометричних вимірів, на зміну якій прийшла дактилоскопія. Через кілька років вдалось виявити понад 1 500 рецидивістів. Потім дактилоскопія стала поширюватися в інші британські колонії, а також Великобританію і Шотландію. Разом з тим, вона проклала собі шлях в Європі і по всьому світу. Варто відзначити, що не минула вона і Україну, де перше дактилоскопічне дослідження виконав на початку XX століття один з організаторів вітчизняної криміналістичного дослідження професор Н. С. Бокариус.

Так, вже в минулому столітті дактилоскопія досягла загальне визнання, як в Україні, так і на міжнародній арені. Сьогодні в застосуванні дактилоскопічного дослідження існує безліч сучасних тенденцій, продиктованих розвитком технологій XXI століття.

При цьому, незважаючи на переваги методики дактилоскопічного дослідження в останні роки існує проблема підробки папілярних ліній на руках людини. Дане завдання бачиться найбільш складно дозволеною, оскільки не вироблені експертні методики дослідження зазначених об'єктів в криміналістичній літературі.

З метою профілактики фальсифікації слідів папілярних ліній рук в процесі дактилоскопічного дослідження, згідно п. 3. ч. 2. ст. 69 КПК України, експерт має повноваження заявити клопотання слідчому, дізнавачу, суду про призначення комплексного дослідження, а також додаткові дослідження. У зазначеному випадку може проводитися аналіз потожирової речовини сліду, запаху, складу дактилоскопічного порошку, а в ряді випадків дослідження ДНК.

Отже, вказане дослідження знаходиться у взаємозв'язку з процесами різних галузей науки, і з окремими напрямками криміналістичної техніки.

Аналізуючи сучасні тенденції проведення дактилоскопічного дослідження, варто наголосити на необхідності вдосконалення профілактичних заходів, спрямованих на боротьбу з фальсифікацією слідів папілярних ліній і розробка нових методичних рекомендацій, здатних обчислити фальсифікацію.

Звичайно, слід проводити і подальше вивчення в області дактилоскопічного дослідження. Особлива увага повинна приділяти еджеоскопічному напрямку – одному з основних умов, що не допускають фальсифікації зображення слідів папілярних ліній.

Проводячи дослідження експертної практики, можна відзначити, що при кожному третьому злочині вилучаються сліди папілярних ліній. Найчастіше, деякі сліди визнаються непридатними для ідентифікації особи, але існує можливість проведення пороскопічного дослідження, що істотно розкриває потенціал дактилоскопічного дослідження. На практиці пороскопічне дослідження з огляду на свою складність використовується рідко, хоча відомий досить давно.

При збігу менше 8 окремих ознак здійснюється імовірно-статистична оцінка ідентифікаційної значущості сукупності, виявлених збігів. При наявності ж 7 і менше окремих ознак застосування ототожнення звичайними методами дактилоскопії неможливо, і як раз в таких випадках підлягає застосуванню пороскопічного дослідження.

При порівняльному дослідженні використовуються різні засоби збільшення, від дактилоскопічної лупи до мікроскопів в різній комплектації, а також, як допоміжний інструментальний метод порівняння, можуть використовуватися автоматизовані дактилоскопічні ідентифікаційні системи.

Особливої актуальності сьогодні набуває підвищення стандартів інформаційного забезпечення системи органів внутрішніх справ України, створення нових видів комп'ютерних технологій, і також розробка інших видів криміналістичних обліків. Прикладом може служити дактилоскопічний облік та облік генетичних ознак людини. Важливість даної пропозиції обумовлена тим, що в останні роки зібрано масштабна картотека слідів рук, дактилоскопічних карт та генетичних ознак людини. Комплексне використання накопиченого базису не представляється можливим без використання технологій XXI століття.

Таким чином, розвиток криміналістики в Україні не обходиться без появи нових джерел формування знань в даній сфері. З урахуванням багатого історичного досвіду, криміналісти освоюють кошти науково-технічного прогресу, що незабаром дозволить вирішувати складніші практичні завдання. Саме тому значення дактилоскопічного дослідження не втрачає своєї сили і сьогодні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дактилоскопическая экспертиза: Современное состояние и перспективы развития. – Красноярск : КГУ, 1990. – 416 с.
2. Локар Еге. Посібник з криміналістики: Пер. з франц. С. В. Позднишева, Н. В. Терзієва; За ред. С. П. Митричова. - М.: Юриздат. НКЮ СРСР, 1941. – 543 с.
3. Торвальд Ю. Вік криміналістики: Пер. з ним. / За ред. Ф. М. Решетнікова. - 3-те вид.- М.: Прогрес, 1991. - 335 с.
4. Кулієва Р. О. Історія та новачії дослідження слідів рук [Електронний ресурс] / Р. О. Кулієва // Вісник Бакинського Державного Університету URL: <http://kriminalisty.ru/stati/istorija-kriminalistiki/dactiloscopy.html> (дата звернення: 12.10.2018).
5. Руководство по дактилоскопической регистрации. – М.: ГНИЦУИ МВД СССР, 1982.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

6. Криминалистическое исследование следов кожного покрова человека / [под ред. И. В. Кантора]. – Волгоград, 2003.

7. Железняков А. И. Идентификация человека по пороскопическим признакам. / А. И. Железняков / Актуальные проблемы криминалистических исследований и использование их результатов в практике борьбы с преступностью. – М., 1994. – С. 46.

8. Миронов А. И. Исследование микрорельефа папиллярных линий. (Из серии «Библиотечка эксперта»). – М.: Изд-во ВНИИ МВД СССР, 1969. – 20 с.: 8 ил.

Романішена Олена Євгенівна – старший судовий експерт сектору дактилоскопічного обліку відділу криміналістичних видів досліджень Вінницького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, e-mail: romanisenaelena@gmail.com

Нікулова Марина Василівна – судовий експерт сектору дактилоскопічних досліджень відділу криміналістичних видів досліджень Вінницького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, e-mail: poleincanto@gmail.com

Olena Yevhenivna Romanishena – senior forensic expert of the dactyloscopic accounting sector of the department of forensic types of research of the Vinnytsia Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, e-mail: romanisenaelena@gmail.com

Nikulova Maryna Vasylivna – forensic expert of the dactyloscopic research sector of the department of forensic types of research of the Vinnytsia Research Expert and Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, e-mail: poleincanto@gmail.com

УДК 62-758.3+537.5

П.П. Кальницький, М.М. Ясечко

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ЗЕНІТНОГО ОЗБРОЄННЯ ВІД ПОТУЖНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЗБРОЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ

***Анотація.** В роботі проведений аналіз існуючих методів захисту радіоелектронної апаратури зенітного озброєння від потужних електромагнітних випромінювань електромагнітної зброї та обґрунтування вимог до засобів захисту.*

Ключові слова: електромагнітний захист, плазмові технології, озброєння та військова техніка.

***Abstract.** The paper analyzes the existing methods of protecting the radio-electronic equipment of anti-aircraft weapons from powerful electromagnetic radiation of electromagnetic weapons and substantiates the requirements for protection means.*

Keywords: electromagnetic protection, plasma technologies, weapons and military equipment.

В сучасних умовах ведення бойових дій і військових конфліктів крім модернізації традиційних видів зброї, з метою покращення їх тактико-технічних характеристик, по перш за все, спостерігається інтенсивний розвиток та застосування високотехнологічної зброї, електромагнітної зброї (ЕМЗ), яка призначена для ураження радіоелектронних засобів (РЕЗ) зразків озброєння та військової техніки наземного типу, а також має вплив на живу силу противника. До такої передової зброї нового покоління відноситься радіочастотна, оптична зброя та зброя електромагнітного імпульсу (ЕМІ), яка на даний час серед новітніх зразків є найперспективнішою. Забезпечення розробки зброї ЕМІ вже застосовується у таких країнах світу як Росії, Китаю, Франції, США, Великобританії та інших.

Застосування розроблених зразків ЕМЗ значно загострює проблему забезпечення живучості об'єктів озброєння та військової техніки протиповітряної оборони Сухопутних військ (ОВТ ППО СВ). Крім того, наявність, розробка, створення та застосування власних зразків ЕМЗ обумовлюють необхідність в створенні ефективного захисту РЕЗ зразків (комплексів, систем) ОВТ від її деструктивного впливу. Виходячи з цього, одним з ключових у розвитку, модернізації та застосуванні наземних об'єктів ОВТ стає підвищення ступеня захищеності РЕЗ ОВТ ППО СВ, які входять до їх складу, від зброї ЕМІ.

Розробці методів та засобів захисту РЕЗ від впливу потужного ЕМВ присвячена велика кількість робіт, але існуючі методи та засоби не здатні забезпечити за своїми характеристиками необхідну ефективність захисту РЕЗ ОВТ, насамперед, через відсутність ідеальних екранів (без дефектів), неможливість створення (наявність конструктивних отворів, щілин, швів, місць з'єднань в корпусах, місць введення кабелів живлення, ліній зв'язку,) або застосування герметичних екранів по відношенню до ЕМВ (за рахунок наявності антенних входів), нездатність існуючих обмежувачів витримувати імпульсні перенапруги під впливом ЕМВ сучасних видів ЕМЗ, недостатню швидкодію та неприємні масогабаритні характеристики.

Таким чином, з огляду на важливість забезпечення захисту наземних об'єктів ОВТ ППО СВ від деструктивного впливу імпульсного потужного ЕМВ ультракороткої тривалості (УКТ) на основі використання плазмових технологій видно, що напрямок роботи є актуальним та визначає необхідність зниження впливу потужного імпульсного ЕМВ УКТ на працездатність РЕЗ ОВТ ППО СВ на основі захисту РЕЗ ОВТ ППО СВ від впливу ЕМЗ з використанням природоподібних технологій.

Аналіз наукових наробок, присвячених методам та засобам захисту РЕЗ від впливу ЕМВ, показав, що створення захисту базується на методах, класифікація яких представлена на рис. 1. Відповідно до цих методів розроблені відповідні способи та пристрої захисту.

Використання конкретного методу або сукупності методів залежить від обраних комплексів заходів захисту та стадії розробки об'єкта захисту. Цілком зрозуміло, що здійснення захисту об'єкта на етапі його експлуатації можливе лише на основі застосування конструкційних методів.

В якості основного з конструкційних методів розглядається метод екранування, що заснований на поглинанні або відбитті (відводі) вражаючої енергії.

З фізичної точки зору екранування полягає в наступному, ЕМВ частково відбиваються від зовнішньої поверхні екрану, частково поглинаються матеріалом екрану, а решта випромінювання проходить через екран.

Одним з найбільш поширених методів захисту РЕЗ ОБТ ППО СВ є роз'єднувачі, до них відносять запобіжники, реле і схеми швидкісного захисту, які можна рахувати стійкими елементами. Вони призначені для відключення менш стійких схем від джерел потужності на початку перехідного процесу, до того як трапиться катастрофічне пошкодження. Однак ці прилади являються дуже інертними.

Пристрої швидкісного захисту відрізняються від плавких запобіжників і реле. Такі пристрої повністю замикають провідники. Для запуску цих пристроїв необхідно мати тригер чи чутливий елемент. Розрізняють два основних види захисних розрядників – "м'які" і "жорсткі" обмежувачі. "М'які" обмежувачі – це конденсатори, нелінійні опори, що залежать від напруги (варистори). "Жорсткі" обмежувачі – це прилади з пробоем. До їх складу входять газові розрядники, вугільні загороджувачі, зернівські і випрямні діоди.

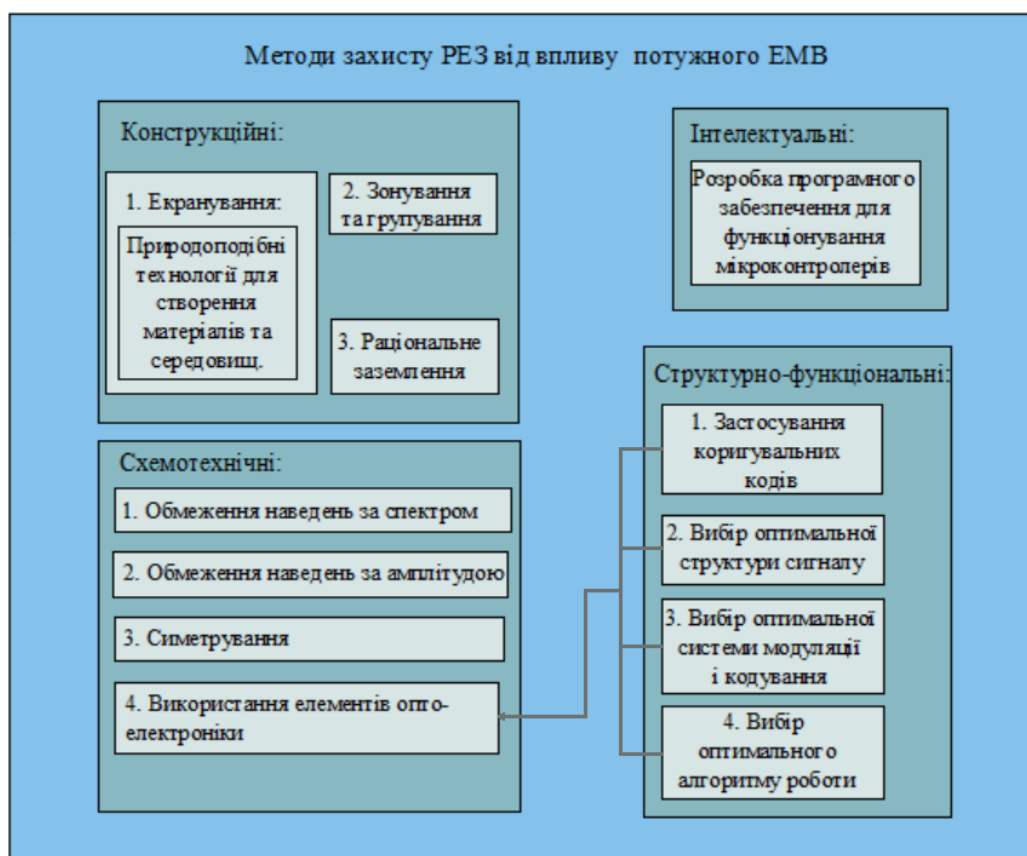


Рисунок 1. Класифікація існуючих методів захисту РЕЗ від ЕМВ

Характеристика імпульсного пробую газових розрядників розглядалась 10 кВ/нс, а для ідеалізованих ліній електричних мереж вона складає в 3 ... 10 разів більше.

Недоліками захисних розрядників є великий час спрацювання, роз'єднувачів – велика інертність та можливість використання в обмежених випадках, фільтрів, трансформаторів і дроселів – необхідність відводу енергії, і всіх без виключення вищезазначених приладів –

недостатня стійкість до енергетичної дії ЕМІ.

Розроблені до теперішнього часу методи і засоби захисту не здатні забезпечити за своїми характеристиками необхідну ефективність захисту РЕЗ ОВТ, що знаходяться на озброєнні в ППО СВ ЗС України, насамперед, через відсутність ідеальних екранів (без дефектів), неможливість створення (наявність конструктивних отворів, щілин, швів, місць з'єднань в корпусах, місць введення кабелів живлення, ліній зв'язку) [8].

Для захисту РЕЗ ОВТ ППО СВ доцільно використовувати, в першу чергу, такі фізичні механізми як поглинання та замикання ЕМВ з подальшим його відведенням. Це забезпечить зменшення впливу відбитого ЕМВ на інші РЕЗ, що знаходяться на відповідній відстані.

Найбільш доцільним для захисту РЕЗ є використання в існуючих зразках ОВТ ППО СВ екрануючих засобів. Реалізація визначених фізичних механізмів можлива в корпусах-екранах у вигляді твердотілого плазмового покриття, а в конструктивних отворах та кабельних каналах введення – у вигляді штучно створеного під впливом потужного ЕМВ високопровідного каналу.

Реалізація фізичних механізмів поглинання потужного імпульсного ЕМВ УКТ в плазмових твердотілих матеріалах можлива за рахунок забезпечення потрібних комплексних діелектричної та магнітної проникності матеріалу. Для цього може бути використана діелектрична або напівпровідникова матриця, в яку для забезпечення комплексної діелектричної проникності необхідно додати елементи радіоактивної речовини для здійснення іонізації та виникнення нерівноважного стану електронної підсистеми. Для забезпечення комплексної магнітної проникності необхідно ввести відповідні гексаферитові включення. Використання елементів радіоактивної речовини та гексаферитових включень відповідних розмірів забезпечить також розсіювання ЕМВ [1-6].

Відбиття лазерного випромінювання можливе на основі створення умов та використання відповідних теплофізичних характеристик твердотілого плазмового матеріалу.

Однією з простіших реалізацій методу захисту РЕЗ від потужного ЕМВ УКТ, що впливає через конструктивні отвори та кабельні канали введення, є нанесення на внутрішню поверхню стінки отвору радіоізотопної плівки, яка є слабким радіоактивним джерелом. Приклад хвилевода РЕЗ ОВТ ППО СВ, де розміщується засіб захисту від потужного ЕМІ наведений на рис. 2. Використання джерела іонізації у вигляді радіоізотопної плівки призводить до виникнення в повітряному проміжку слабоіонізованої плазми ($n_{e0}=10^3 \dots 10^5$, см^{-3}), яка за своїми властивостями в разі використання для захисту антенного хвильоводного каналу не буде призводити до виникнення неоднорідності в координатному просторі та, відповідно, до спотворення корисного сигналу.



Рисунок 2. Зразок хвилевода РЕЗ ОВТ ППО СВ, де розміщується засіб захисту від потужного ЕМІ

Під впливом імпульсного потужного ЕМВ концентрація заряджених часток слабоіонізованої плазми буде зростати, що за певних умов призведе до виникнення штучно створеного високопровідного каналу, що уявляє собою електричний пробій повітряного проміжку між стінками отвору або між кабелем та стінками отвору [9-11].

Таким чином, в результаті створення високопровідного каналу відбудеться замикання або відбиття та відведення імпульсного потужного ЕМВ від отворів екранів-корпусів.

Найновіші модифікації зенітно-ракетних комплексів (ЗРК), що є на озброєнні ЗСУ, були прийняті на озброєння більше сорока років тому. З'ясовано методи захисту РЕЗ, що застосовуються у комплексі. Зроблені висновки щодо вразливості апаратури бойової машини (БМ) до ЕМЗ через застарілість засобів захисту, що використані при його побудові.

Проведено аналіз принципів побудови, функціонування та основних характеристик зброї ЕМІ, радіочастотної та оптичної зброї. Визначено основні тенденції їх розвитку, вдосконалення і бойового застосування. Встановлено, що на даний час зроблені значні кроки та відбувається інтенсивний розвиток в створенні потужних, малогабаритних і ефективних генераторів, які є основою для створення зброї ЕМІ, радіочастотної та оптичної зброї, завдяки яким ця зброя за своїми характеристиками здатна успішно вирішувати завдання бойових дій на різній відстані як на землі, так і в повітрі.

Визначено основні фізичні механізми впливу потужного імпульсного ЕМВ УКТ на РЕЗ ОБТ та обґрунтовано напрямки захисту РЕЗ ОБТ, пов'язаний з заходами, проведеними на об'єкті захисті. Показано, що найбільш універсальними є заходи, що проводяться на об'єкті захисту, спрямовані на зменшення впливу на РЕЗ і кола електрообладнання ОБТ до рівня їх граничної електромагнітної стійкості шляхом створення та використання електрогерметичних до імпульсного потужного ЕМВ УКТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Iasechko M. M. Advanced technologies of radio electronic equipment(means) protection from powerful electromagnetic radiations with ultra short duration of pulses exposure / M. M. Iasechko, O. M. Sotnikov // Engineering sciences: development prospects in countries of Europe at the beginning of the third millennium : collective monograph. — Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2018. — Volume 2. — pp. 356—384.

2. Protecting of radio electronic facilities is from influence of powerful electromagnetic radiation / M. M. Iasechko, O. M. Sotnikov // General and complex problems of technical sciences: experience of EU countries and implementation in the practice of Ukraine : Collective monograph. — Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2019. — P. 283—299.

3. Ясечко М. М. Методика обґрунтування вимог до засобів комплексного захисту радіоелектронного обладнання озброєння і військової техніки від впливу потужного електромагнітного випромінювання ультракороткої тривалості імпульсу / М. М. Ясечко, О. М. Сотніков, В. В. Ларін, О. Б. Танцюра // Збірник наукових праць ХНУПС. — Х. : Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2019. — № 2(12)-т. — Таємно. — Інв. № 48447. — С. 78 — 83.

4. Ясечко М. М. Метод та пристрій захисту отворів корпусів та кабельних каналів введення радіоелектронних засобів озброєння та військової техніки від впливу потужного електромагнітного випромінювання / М. М. Ясечко, О. М. Сотніков, В. А. Лупандін, О. Б. Танцюра // Наука і техніка Повітряних Сил. — Х. : Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2019. — № 1(9)-т. — Таємно. — Інв. № 48330. — С. 40 — 47.

5. Ясечко М. М. Обґрунтування принципів побудови та розробка рекомендацій щодо захисту отворів корпусів та кабельних каналів введення радіоелектронних засобів озброєння та військової техніки від впливу потужного електромагнітного випромінювання / М. М. Ясечко, О. М. Сотніков, Т. Л. Курсеітов, О. Б. Танцюра // Наука і техніка Повітряних Сил. — Х. : Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2019. — № 2(10)-т. — Таємно. — Інв. № 48339. — С. 102 — 107.

6. Ясечко М. М. Методи захисту радіоелектронних засобів озброєння і військової техніки від впливу електромагнітного випромінювання зброї на нових фізичних принципах / М. М. Ясечко, Т. Л. Курсеітов, О. Я. Салій // Труды університету : Збірник наукових праць. — К. :

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

Національний університет оборони Збройних Сил України ім. І. Черняхівського, 2020.—№ 2(158)-т. — Таємно. — Інв. № 49014. — С. 58 — 67.

7. Iasechko M. Loss definition of charged particles in the discharge gap of the opening of the box-screens during the formation of a highly conductive channel / M. Iasechko, O. Tymochko, Y. Shapran, I. Trofymenko, D. Maksiuta, Y. Sytnyk // IJATCSE. — 2019. — № 8 (1.3). — pp. 1 – 9.

8. Iasechko M. Influence of ionization source onto macroscopic parameters of the air media in the holes in cops-screens of radio electronic means / M. Iasechko, V. Larin, D. Maksiuta, O. Ochkurenko, Y. Samsonov, H. Lyashenko, A. Zinchenko // APRN Journal of Engineering and Applied Sciences. — 2019. — № 14 (20). — pp. 3566 – 3571.

9. Про затвердження Державної програми розвитку озброєння та військової техніки ЗС України на період до 2015 року : Указ Президента України від 02.11.04 р. № 1338-19 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/tt4003y2004/page8>. — Заголовок з екрану.

10. Кравець І. А. Метод застосування струйних цифрових приладів пневмоніки для управління безпілотних літальних апаратів в умовах дії електромагнітного імпульсу / І. А. Кравець, О. М. Воробйов // Вісник Національного університету. — 2011. — № 1. — С. 24—26.

11. Воробйов О. М. Метод розподілу елементів літака за стійкістю до дії електромагнітного імпульсу / О. М. Воробйов, В. М. Дихановський, Є. С. Ленков // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. — 2010. — № 25. — С. 17—21.

12. Воробйов О. М. Удосконалення методу визначення ефективності, доцільності та граничних меж екранування радіоелектронних засобів від проникнення електричних і магнітних полів / О. М. Воробйов, М. М. Хомік, В. О. Косевцов // Труды Університету : зб. наук. праць НУОУ. — К., 2010. — № 5 (98). — С. 193—199.

Кальницький Павло Павлович, ад’юнкт навчально-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, e-mail: pavlovich.20.03@icloud.com

Ясечко Максим Миколайович, доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, e-mail: maxnik8888@gmail.com

Pavlo Pavlovich Kalnytskyi, adjunct of the educational and organizational department of the Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv city, e-mail: pavlovich.20.03@icloud.com

Maksym Mykolayovych Yasechko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Combat Use of Air Defense Weapons of the Ground Forces, Faculty of Air Defense of the Ground Forces of the Kharkiv National University of the Air Forces, Kharkiv city, e-mail: maxnik8888@gmail.com

П.Я. Бондаренко, Г.В. Табачук

ВИВЧЕННЯ ГРОМАДЯНАМИ УКРАЇНИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВІЙСЬКОВО-ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА», ЯК ОСНОВА ВИЖИВАННЯ НА ПОЛІ БОЮ ТА УМІЛЕ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ МАЙДУТНІХ ОФІЦЕРІВ

Анотація

Вивчення навчальної дисципліни забезпечує громадян, а в майбутньому офіцерів, знаннями, вміннями і практичними навичками, які будуть необхідні в майбутньому для виконання завдань інженерного забезпечення підрозділу в основних видах бою.

Ключові слова: військово-інженерна підготовка, міни, загородження, перешкоди, бій, колони, загальновійськовий, маскування.

Annotation

The study of the academic discipline provides citizens, and in the future officers, with the knowledge, skills and practical skills that will be necessary in the future to perform the tasks of engineering support of the unit in the main types of combat.

Key words: military-engineering training, mines, barricades, obstacles, battle, convoys, joint military, camouflage.

Науковим фундаментом вивчення навчальної дисципліни «Військово-інженерна підготовка», є останні досягнення у воєнній науці, використання досвіду, набутому підрозділами під час виконання миротворчих операцій, ведення бойових дій в ході АТО, ООС та повномасштабної війни росії проти України.

Військово-інженерна підготовка охоплює теорію і практику організації і виконання військами різних військово-інженерних завдань, у тому числі і по інженерному забезпеченню бою. Тому майбутнім офіцерам без твердих знань основ військово-інженерної підготовки не можна розраховувати на досягнення успіху в сучасному загальновійськовому бою.

Успіх загальновійськового бою в значній мірі залежить від ретельно організованого бойового забезпечення. Воно полягає в організації та здійсненні заходів, спрямованих на створення сприятливих умов для успішного ведення бою, ефективного застосування підрозділів, збереження їх боєздатності, недопущення раптового нападу противника, зниження ефективності його вогню (ударів) по підрозділах, створення сприятливих умов для організованого і своєчасного вступу в бій.

Завдання дисципліни «Військово-інженерна підготовка» навчити громадян, які проходять військову підготовку: тактику ведення загальновійськового бою підрозділами; уміти організувати і проводити інженерне обладнання позицій (одиначних окопів, окопів на відділення, взводу, роти); маскування елементів бойового порядку (підрозділів, особового складу, техніки та їх захист від ударів високоточної зброї з використанням захисних і маскувальних властивостей місцевості; будову та подолання інженерних загороджень. Вміти практично обладнувати та маскувати окопи з укриттям, щілини та бліндажі; встановлювати як окремі так і групи мін, долати мінні поля. Обладнувати невибухові загородження, встановлювати одиначні міни, групи мін і мінні поля. Організувати рух по дорогах та колонних шляхах; долати водні перешкоди, застосовувати табельні засоби очищення води. Знати та суворо дотримуватися заходів безпеки під час поведінки з бойовими вибуховими речовинами та засобами підірвання.

Вивчення навчальної дисципліни забезпечує громадян, а в майбутньому офіцерів, знаннями, вміннями і практичними навичками, які будуть необхідні в майбутньому для виконання завдань інженерного забезпечення підрозділу в основних видах бою.

Для забезпечення наочності навчань використовується навчальна література та навчально-тренувальні карти, презентації, плакати, схеми та технічні засоби навчання, тематичні слайди та навчальні фільми.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

Після опанування теоретичної складової первинної військово-професійної підготовки проводяться комплексні практичні заняття на першому курсі. Після закінчення навчання на другому курсі за програмою підготовки офіцерів запасу проводиться навчальний збір.

Таким чином, вивчення навчальної дисципліни «Військово-інженерна підготовка» є запорукою для особового складу підрозділів і частин з виконання завдань інженерного забезпечення під час підготовки і в ході бойових дій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інженерна підготовка: Навальний. посібник – Львів: НАСВ, 2015. 2. Бойовий статут механізованих і танкових підрозділів Сухопутних військ, частина II (рота, батальйон) – К.: Ком. СВ ЗСУ, 2016.

3. Бойовий статут механізованих і танкових підрозділів Сухопутних військ, частина III (взвод, відділення, екіпаж танку) – К.: Ком. СВ ЗСУ, 2016.

4. Мілютін В.А., Фтемов Ю.О., Павлючик В.П., Куцька О.М. Інженерне забезпечення загальновійськового бою. Навчальний посібник. - Львів: АСВ, 2010.

5. Підручник сержанта інженерних військ. Навчальний посібник – Кам’янець-Подільський: ФВП К-ПНУ імені Івана Огієнка, 2007.

6. Посібник сержанта інженерних військ. Навчальний посібник – К. : Ком. СВ ЗСУ, 2015.

Табачук Григорій Васильович – викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: gtabachukv@gmail.com

Бондаренко Павло Якович – старший викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Hryhoriy Tabachuk – lecturer at the military training department of the Vinnytsia National Technical University, e-mail: gtabachukv@gmail.com

Pavlo Bondarenko – Senior Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

П.Я. Бондаренко, Я.А. Саєнко

ПСИХОЛОГІЧНА ПІДТРИМКА ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ (ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД)

Анотація

У статті висвітлено актуальність професійної підготовки психологів, соціальних педагогів та працівників до роботи з наслідками травматичного досвіду, представлено досвід зарубіжних країн щодо надання соціально-психологічної допомоги військовослужбовцям та населенню в зоні збройних конфліктів.

Ключові слова: військовослужбовці, учасники бойових дій, психологічна реабілітація, поранені, інваліди, адаптація.

Abstract

The article highlights the relevance of professional training of psychologists, social pedagogues and workers to work with the consequences of traumatic experience, presents the experience of foreign countries in providing social and psychological assistance to military personnel and the population in the zone of armed conflicts.

Key words: soldiers, combatants, psychological rehabilitation, wounded, invalids, adaptation.

У зв'язку з подіями, які відбуваються сьогодні в Україні, особливої актуальності для вчених різних галузей знань, в тому числі для вчених-психологів, набуває детальне вивчення психологічної травми та впливу її наслідків на подальше життя військовослужбовців.

Метою роботи є проаналізувати різновиди організаційних ресурсів психологічної реабілітації та особливості її проведення з військовослужбовцями.

Участь у військових діях значно впливає на фізичний і психологічний стан військовослужбовців, особливо актуально сьогодні це для України. Кількість осіб, які залучені невпинно збільшується, а отже, і питання психологічної реабілітації набуває ще більшої актуальності, адже частина військовослужбовців матимуть прояви таких негативних наслідків війни, як посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), депресії, стан постійного стресу тощо. Посттравматичний стрес – це постійний тривожний розлад, який може виникнути після того, як людина зазнає травми або постійного стресу. Особливої уваги в реабілітаційному процесі потребує категорія пацієнтів, які були поранені, особливо ті з них, хто став інвалідом.

Науковці кожен по своєму бачать організацію та здійснення психологічної реабілітації військовослужбовців. Так, наприклад, за думкою Р.П. Попелюшко, психологічна реабілітація – це комплекс психофізіологічних, психотерапевтичних, організаційних та медичних заходів, спрямованих на відновлення порушених (втрачених) психічних функцій і корекцію соціального статусу комбатантів, які отримали «бойову психічну травму». Вона здійснюється у таких напрямках, як: організаційна робота, психопрофілактика, психодіагностика, психологічне консультування, психокорекція, психотерапевтичний вплив, робота з сім'ями комбатантів [2].

Усе це зумовлює актуальність своєчасної допомоги воїнам, до якої мають долучатися всі соціальні суб'єкти, котрі володіють відповідним потенціалом, зокрема, уряд, державні та недержавні організації, широка громадськість, педагоги всіх рівнів і видів освіти, фахівці в галузі психології, медицини, соціальної педагогіки та соціальної роботи, волонтери. Причому актуальним є як надання професійної допомоги з метою реабілітації й відновлення людини після пережитої травми й попередження розвитку ПТСР, так і ознайомлення населення з методиками самоцілення та самопомоги.

Окрім досвіду України у питаннях психологічної реабілітації учасників бойових дій, необхідно розглянути досвід США як країни, яка вже довгий час бере участь у миротворчих операціях і має досвід у психологічній реабілітації учасників бойових дій.

Так, у армії США кожний військовий підрозділ професійно володіє способами контролю бойового стресу, зокрема, методами його первинної, вторинної і третинної профілактики. На рівні дивізій та бригад функціонують відділи охорони психічного здоров'я, які очолюють психіатри. Офіцери з охорони психічного здоров'я мають магістерський ступінь із психології

чи соціальної роботи, серед їхніх основних завдань: планування заходів із контролю бойового стресу, надання реабілітаційної допомоги у військовій частині; консультування командирів та лікарів дивізії з питань психічного здоров'я; співпраця з капеланами та медичним персоналом, які супроводжують військових щодо забезпечення навчання найновіших практик діагностики та лікування психологічних і психічних розладів [3].

Ізраїль, у якому військові дії відбуваються протягом тривалого часу, має одну з найрозвинутіших систем психологічної підтримки військовослужбовців і цивільного населення. Серед її основних підрозділів: підрозділ діагностики, профілізації та профорієнтації; служба психологічної підтримки військовослужбовців; підрозділ із реабілітації та роботи з демобілізованими; служба підтримки цивільного населення під час кризових ситуацій; служба роботи з сім'ями постраждалих. Система допомоги цивільному населенню в умовах ведення бойових дій передбачає діяльність добровільних штабів кризових ситуацій; пунктів оповіщення населення та пунктів термінової допомоги. За місцем проживання розміщуються інформаційні стенди, проводиться регулярне навчання, для цивільного населення застосовуються тренувальні вправи за методом «хибних тривог», здійснюється роз'яснювальна робота в закладах освіти, застосовуються спеціальні методики донесення інформації дітям молодшого віку [4].

Таким чином, реадаптація військовослужбовців передбачає супровід фахівців різних напрямків, які сприяють психологічній допомозі, медичній реабілітації, правовій підтримці та соціальному захисту і сприянню у працевлаштуванні. Тому, саме комплексний підхід та психологічна підтримка сприятимуть успішній адаптації військовослужбовців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Актуальні проблеми психогігієни та психопрофілактики у військових частинах та підрозділах: Метод. посібник. – Одеса: ВКФ «Друк», 1998. – 107 с.
2. Попелюшко Р.П. (2020). Психологічна реабілітація комбатантів при віддалених наслідках стресогенних впливів: монографія. Київ: Видавництво «Людмила».
3. Психічне здоров'я та психологічна підтримка особового складу збройних сил Великої Британії, розгорнутого в Афганістані в 2010 та 2011 роках – 2018 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cambridge.org/core/journals/the-british-journal-of-psychiatry/article/mental-health-and-psychological-support-in-uk-armed-forces-personnel-deployed-to-afghanistan-in-2010-and-2011/5AD9104A1D129ED04952B66B2EFE27D3>
4. Бойовий досвід та психічне здоров'я в Ізраїлі Національне опитування про стан здоров'я – 2016 – Режим доступу до ресурсу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28492375/>

Сасенко Ярослав Анатолійович — слухач кафедри військової підготовки, група 05-22, Вінницький національний технічний університет, e-mail: mr.anatolievich.s@gmail.com

Бондаренко Павло Якович — старший викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Yaroslav Saienko — Department of Military Training, grup 05-22, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mr.anatolievich.s@gmail.com

Pavlo Bondarenko — Senior Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Р.В. Лященко, С.О. Кадук, Є.А. Шило

ВАРІАНТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИНИЩУВАЧІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ

Анотація

У статті зроблено аналіз варіантів модернізації літаків тактичної авіації радянського виробництва, визначено напрямки подальшої модернізації авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

Ключові слова: модернізація, літальний апарат, повітряне судно, авіація, бойовий потенціал, Візія 2035, тактична авіація.

Abstract

The article analyzes options for modernization of Soviet-made tactical aviation aircraft, identifies directions for further modernization of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: modernization, aircraft, aviation, combat potential, Vision 2035, tactical aviation.

Питанню модернізації наявного парку військових повітряних суден завжди приділялося багато уваги. Зважаючи на те, що вік будь-якого літального апарату, що знаходиться на озброєнні, сягає понад 30 років, більшість з них знаходилися в несправному стані через вичерпання встановлених строків служби і ресурсних показників. Однак спільними зусиллями Командування авіації Повітряних Сил Збройних Сил України, експлуатуючих організацій і промисловості вдалося зберегти певну кількість військових літальних апаратів різних типів у бойовому строю для виконання завдань за призначенням.

Свого часу були відпрацьовані індивідуальні програми експлуатації повітряних суден військового призначення кожного типу та їх силових установок на визначений період. Іншими словами, мова йшла про можливість їх експлуатації до настання певної межі – граничного стану, коли подальша експлуатація ставала неможливою або недоцільною.

Були завершені модернізації за частковими варіантами, та прийняті на озброєння Збройних Сил України літаки тактичної авіації основних типів.

Однак, підтримання й відновлення справності зразків авіаційної техніки неможливе без наявності необхідного запасу справних агрегатів, блоків, запасних частин тощо. З часом це питання ставало дедалі гострішим, особливо з початком збройної агресії російської федерації у 2014 році, адже доступ до ринку запасних частин і ремонтних потужностей, які розташовані переважно на території російської федерації, був закритий[1].

Зрештою, у 2020 році з'явилася Візія Повітряних Сил Збройних Сил України 2035 (далі – Візія) розроблена на основі Візії Збройних Сил України та призначена для визначення раціональних шляхів розвитку Повітряних Сил Збройних Сил України на період до 2035 року.

Зокрема, у Візії сказано, що Повітряні Сили зразка 2020 року і досі спираються на успадкований від Радянського Союзу бойовий потенціал. Ремонт, модернізація та підтримання належного рівня справності бойової техніки вимагають все більшого фінансового ресурсу, обсяг якого вже наблизився до показників фінансування закупівлі нових сучасних зразків. Таким чином, утримання старого парку озброєння та військової техніки вже в найближчі роки стане економічно недоцільним[2].

Авіація Повітряних Сил зразка 2035 року повинна була мати в своєму складі тактичну, транспортну, навчальну та безпілотну авіацію, оснащену сучасним авіаційним озброєнням та авіаційною технікою. Існуюча модель тактичної авіації у складі її родів (винищувальна, бомбардувальна, штурмова, розвідувальна), що озброєні широкою номенклатурою літаків типу: МиГ-29, Су-27, Су-24М, Су-25, Су-24МР має зазнати змін у напрямку уніфікації та трансформуватися до моделі багатофункціональних військових частин (підрозділів) тактичної авіації, озброєних єдиним типом багатоцільового винищувача покоління 4++ закордонного виробництва. Орієнтовна потреба у ресурсах на переоснащення тактичної авіації становила

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

близько 200 млрд грн., транспортної і спеціальної авіації близько 40 млрд грн. Потреба на переоснащення навчально-бойової авіації становила близько 35 млрд грн. у цінах 2020 року.

Однак з початком широкомасштабної агресії 24 лютого 2024 року росією проти України стало очевидним, що наша держава, володіючи обмеженим фінансовим ресурсом, зруйнованою війною економікою, навряд чи буде в змозі здійснити заплановані Візією заходи вчасно і в повній мірі.

Наші західні партнери не залишилися осторонь і в скрутні для всієї України часи надали і продовжують надавати військову допомогу, в тому числі і літальними апаратами, які після відповідної підготовки виконують бойові завдання. З відкритих джерел відомо як мінімум про кілька десятків повітряних суден різних типів, які вже приймають участь у бойових діях з агресором. Звичайно, це дуже позитивний факт з точки зору збереження бойового потенціалу та збереження спроможності виконувати завдання з забезпечення надійного протиповітряного прикриття інших видів і родів військ, нанесення вогневого ураження, ведення повітряної розвідки, доставки вантажів, десантів, евакуації повітряним транспортом.

Однак беззаперечним фактом є те, що таке очікуване бажання відмовитися від зразків авіаційної техніки ще радянської доби знову відсувається у часі вправо, адже практично вся передана партнерами техніка є саме радянського (російського) виробництва, що різними шляхами опинилася в наших партнерів. Причиною цього є не стільки небажання «поділитися» більш сучасною західною технікою, скільки відсутність навченого персоналу та неготовність інфраструктури та логістики до її експлуатації, і, тим паче, до ефективного бойового застосування.

В цих умовах знову гостро постає питання вирішення організаційних, економічних, технічних та інших заходів, спрямованих на збереження потенціалу військової авіації на довгострокову перспективу, поряд із проведенням робіт з глибокої модернізації.

Очевидно, що витрати, пов'язані з модернізацією ЛА, на порядок менші за вартість закупівлі нових сучасних аналогів. При цьому заходи з удосконалення бортового обладнання та озброєння модернізованих ЛА забезпечують їх достатній рівень для виконання визначених завдань.

Безумовно, позитивну роль може зіграти досвід інших країн при модернізації зразків авіаційної техніки радянських часів.

Чи не найпершою на шляху до підвищення бойових спроможностей своєї тактичної авіації пішла Білорусь. Ще у 2003 році на озброєння країни став модернізований винищувач МиГ-29БМ[3].

Основні напрями модернізації винищувача МиГ-29 до рівня МиГ-29БМ пов'язані з доробкою існуючого та встановленням нового обладнання, значним розширенням номенклатури озброєння і впровадженням системи дозаявлення паливом в польоті.

До складу озброєння класу «повітря-повітря» додатково були введені ракети середньої дальності РВВ-АЕ (до 6 штук), Р-27ЭР и Р-27ЭТ (по 2 штуки).

До складу МиГ-29БМ також було введено ракети Х-29Т (ТД) з телевізійними головками самонаведення, Х-29Л і Х-25МЛ з напівактивними лазерними головками самонаведення, протирадіолокаційні Х-31П, і проти корабельні Х-31А, а також кореговані бомби каб-500Кр і КАБ-500Л. Апаратура ціле вказування ракетам Х-31П розміщується в контейнері під крилом.

Модернізований радіолокаційний прицільний комплекс літака РЛПК Н019П додатково забезпечує огляд земної і водної поверхні з виявленням поодиноких і групових радіоконтрастних цілей. Допрацьована штатна система управління зброєю СУО 20ПМБ.

Істотно розширені можливості навігаційного комплексу винищувача. Забезпечується введення і зберігання даних про 99 пунктах маршруту, аеродромах і радіомаяках (раніше їх було 6), забезпечується формування і зберігання даних про 8 маршрутів польотів (раніше не забезпечувалось), значно (з 700 до 80 метрів) зросла точність визначення координат. На борту з'явився приймач супутникової навігаційної системи ГЛОНАСС/NAVSTAR.

В кабіні МиГ-29БМ встановлюється багатофункціональний кольоровий рідкокристалічний індикатор МФИ-55 з розміром робочого поля 5x5 дюймів.

Система контролю і попередження екіпажа «Екран-03М» допрацьована в частині забезпечення контролю нових встановлених систем. На літаку впроваджено комплекс контролю двигунів і систем, який здійснює реєстрацію і накопичення на твердих носіях до 1 Гб польотної інформації від систем «Тестер-УЗЛ», «Ек-ран-03М», БПК-88 сер.3КМ и СОК, її обробку і експрес-аналіз. Додатково на борт літака встановлена УКВ-радіостанція Р-800Л2.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

В результаті однієї заправки паливом в повітрі дальність польоту літака МиГ-29БМ збільшується на 80%.

В цілому в процесі переобладнання стройового літака МиГ-29 по типу МиГ-29БМ до складу бортового радіоелектронного обладнання введено 23% нових блоків та ще 6% були допрацьовані.

Ще одним показовим прикладом модернізації радянського зразка озброєння є варіант модернізації винищувача Су-27УБМ2, який поступив на озброєння військово-повітряних сил Казахстану у 2009 році[4]. Модернізація Су-27 до рівня Су-27УБМ2 Казахстану виконувалася у тій же Білорусі за програмою, ідентичній модернізації Су-27УБМ1 військово-повітряних сил Білорусі.

Необхідно відмітити, що об'єми робіт, що виконувалися на одномісному і двохмісному літаках суттєво відрізняються. Ступінь модернізації другого глибше – він перетворюється в повноцінний багатоцільовий літак.

Як і у випадку з модернізацією літака МиГ-29 БМ перший блок з модернізації казахстанських Су-27 УБ пов'язаний з комплексом озброєння. До складу авіаційних засобів ураження класу «повітря-повітря» літака Су-27 УБМ2 входять ракети Р-27ЭР (Р), Р-27ЭТ (Т), Р-73 (Л) і РВВ-АЕ.

До складу керованого озброєння класу «повітря-поверхня» в процесі модернізації включені ракети Х-25МЛ, Х-29Т, Х-31А і Х-31П, а також кореговані бомби КАБ-500Л і КАБ-1500Л з напівактивною лазерною системою наведення, КАБ-500Кр і КАБ-1500Кр з телевізійним наведенням. За рахунок установки двох додаткових пілонів під крилом кількість точок підвіски озброєння збільшилася до 12.

Іншим напрямком модернізації пов'язане з доопрацюванням бортового радіолокаційного прицільного комплексу Н001, який отримав автономний канал для роботи по неземним (морським) цілям. Літак Су-27УБМ2 може виявляти ціль типу «міст» на відстані до 150 км, а крупні надводні цілі – на відстані до 350 км. Була модернізована навігаційна система, в яку інтегровано апаратуру супутникової навігації. В пам'ять навігаційної системи можна записати 99 пунктів маршруту, аеродромів і маяків із зберіганням до 8 різних маршрутів польоту. Встановлений багатофункціональний кольоровий рідкокристалічний індикатор в кабіні.

Наступний блок доробок включає адаптацію Су-27УБМ2 для застосування станції активних радіоелектронних завад «Сателіт-М» білоруської розробки і навігаційно-прицільного оптико-електронного контейнеру «Litening III» ізраїльської фірми «Рафаель». Контейнер «Litening III» підвішується на точку підвіски під правим каналом повітря забірника. А контейнери станції завад «Сателіт-М» (на кожному літаку застосовується два таких контейнери) мають оригінальне конструкторське рішення – вони встановлюються на точки підвіски пускових пристроїв ракет Р-73, при цьому можливість встановлення самого пускового пристрою з ракетою зберігається – пристрій кріпиться безпосередньо до «Сателіту».

Таким чином, на відміну від контейнерних систем радіоелектронного придушення «Сорбція» або «Гарденія», що розміщувалися замість пускових пристроїв ракет Р-73 на торцях крил, тепер застосування станції завад не обмежує кількість ракет, що підвішуються на літак.

Для контролю силової установки і систем літака удосконалена комплексна система контролю та введена система відеореєстрації. Інформація записується на сучасних носіях (флеш-пам'ять), що значно скорочує час на її обробку на землі.

Однак найбільшу цікавість викликає досвід модернізації літаків МиГ-29 військово-повітряних Сил Словаччини, що була виконана у 2004 році[5]. Модернізація проводилася на авіаційному ремонтному заводі LOT (Leteckeopravovne Trencin) в місті Тренчин у західній Словачії у кооперації з американською компанією Rockwell Collins, і британською компанією BAE Systems разом з представниками компанії «МиГ».

Процес модернізації десяти МиГ-29 до версії МиГ-29 AS (де А – варіант експортного виконання МиГ-29 (варіант «А», 9-12А), а S – Словаччина) та двох МиГ-29УБ до версії МиГ-29УБС (MiG-29UBS) включав у себе монтаж нових систем радіозв'язку і державного пізнання, що застосовуються у збройних силах НАТО. Одночасно в процесі ремонт на 10-15 років було продовжено і термін служби. Вартість модернізації 12 літаків склала біля 78 млн.дол. США. Вже в середині 2006 року перші МиГ-29 були введені до складу єдиної системи протиповітряної оборони НАТО NATINDAS.

Одномісні модернізовані МиГ-29AS оснащені сучасним комбінованим запитувачем-відповідачем державного розпізнавання AN/APX-113 виробництва британської компанії BAE Systems. Поставки цих систем в Словаччину здійснювалася британською компанією в рамках

контракту на придбання систем «свій-чужий» для встановлення на модернізуємі за стандартами НАТО літаки, вертольоти та інші зразки військової техніки. Чотири антени цієї системи розміщуються на верхній поверхні носової частини літака перед вонерем кабіни та ще одна – на її нижній поверхні. Двохмісний літак обладнується дещо іншою системою держрозпізнавання - AN/APX-117 з іншою антенною системою. Крім того, на обидва літаки встановлювалася радіостанція AN/ARC-210, навігаційний приймач AN/ARN-147 системи VOR/ILS і цифровий приймач AN/ARN-153 системи посадки TACAN. Все обладнання виробництва компанії Rockwell Collins з США. Всі системи бортового обладнання з'єднуються шиною передавання даних, що відповідають стандарту MIL-STD-1553B. Усі індикатори в кабіні мають не метричну, а британську систему одиниць.

Таким чином, визначений керівництвом держави і закріплений в Конституції України курс в НАТО визначає нові вимоги до авіаційної техніки радянського і російського виробництва, що нині знаходиться на озброєнні авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

Для участі у сумісних заходах НАТО українські військові повітряні судна повинні відповідати низці стандартів альянсу і забезпечувати взаємодію з іншими бойовими засобами американського і західноєвропейського виробництва на полі бою.

Питання модернізації авіаційної техніки залишається актуальним. Перш за все літаки тактичної авіації потребують комплексного переоснащення новітніми ефективними системами (виключно виробництва вітчизняних чи відомих західних компаній), що дасть змогу забезпечити розширення бойових можливостей бойових авіаційних комплексів до рівня сучасних вимог. В першу чергу це стосується комплексів авіаційного озброєння (застосування ракет HARM є тому чудовим підтвердженням), бортового обладнання та засобів повітряної розвідки. В сукупності ці заходи нададуть суттєве розширення бойових можливостей щодо цілодобового ураження як повітряних, так і наземних цілей на значно більших дуальностях, з вищою точністю, з реалізацією можливості одночасної атаки кількох цілей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Харченко О.В. Глибока модернізація та переозброєння авіації Збройних Сил України – вимога часу / О.В., Харченко, С.В.Пашенко // Наука і оборона. –2015. – №1. – С. 40-47.
2. Візія-2035.
3. Фомин А. Белорусский модернизированный / А.Фомин//Взлет. – 2005. – №10. – С.34-41.
4. Дьюроши М. Су-27УБМ2 : Новинка ВВС Казахстана/М.Дьюроши, А. Фомин //Взлет. – 2010. –№7-8. – С.36-39
5. Дьюроши М. Модернизированные МиГ-29 на вооружении ВВС Словакии /М.Дьюроши, М. Столар //Взлет. – 2008. –№4. – С.62-65.

Лященко Руслан Вікторович – старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, інженерно-авіаційний факультет Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: liachshenko27@gmail.com

Кадук Сергій Олександрович – старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, інженерно-авіаційний факультет Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: kaskad434s@gmail.com

Шило Євгеній Анатолійович – науковий співробітник науково-дослідної лабораторії, інженерно-авіаційний факультет Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: liachshenko27@gmail.com

Liachshenko Ruslan Viktorovich – senior researcher of the research laboratory, aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named by Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: liachshenko27@gmail.com

Kaduk Sergey Oleksandrovich – senior researcher of the research laboratory, aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named by Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: kaskad434s@gmail.com

Shilo Eugene Anatolyovich – researcher of the research laboratory, aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named by Ivan Kozhedub, Kharkiv, e-mail: liachshenko27@gmail.com

Р.О. Качайло, К.С. Васюта

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФОРМУВАННЯ СУРОГАТНИХ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЕРЕШКОД У ВІДПОВІДЬ РАДІОЕЛЕКТРОННИМ ЗАСОБАМ ПРОТИВНИКА

Анотація. В роботі використовується алгоритм формування сурогатних сигналів для створення перешкод у відповідь радіоелектронним засобам противника.

Ключові слова: сурогатний сигнал, алгоритм ATS, радіоелектронні засоби.

Abstract. The work uses an algorithm for forming surrogates to create obstacles in response to the enemy's radio-electronic means.

Key words: surrogate signal, ATS algorithm, radio electronic means.

З початку повномасштабної війни Росія випустила тисячі ракет по Україні – як крилатих, так і балістичних, але перші атаки Росії проти України не є артилерійськими чи ракетними, а саме радіоелектронними. Російські війська відстежують українські радіоелектронні засоби, визначають їх місцезнаходження, а потім придушують, ускладнюють їх роботу, а також стежать за повітряною обстановкою на території України. Тому, ускладнення функціонування радіоелектронних засобів противника є досить актуальною задачею. При веденні бойових дій для зниження ефективності радіоелектронних засобів противника імовірно використання пасивних та активних завад [1], але для їх використання треба розібратися, які сигнали використовуються в радіоелектронних засобах противника.

У складі Збройних сил Російської Федерації є багато різних радіоелектронних засобів, як нових так і застарілих. Кожний засіб отримує інформацію від радіолокаційної станції. В них використовують прості та складні сигнали, найпоширенішими серед них є імпульсні, лінійно-частотно-модульовані та фазокодоманіпульовані [2].

За допомогою методу сурогатних даних в роботі пропонується створити клон прийнятого сигналу для створення імітаційної завади у відповідь радіоелектронним засобам противника. Алгоритм формування сурогатних сигналів дозволяє зберегти спектральні, кореляційні та нелінійні властивості сигналів. Візьмемо для прикладу алгоритм створення сурогатних даних ATS (attractor trajectory surrogate), може бути описаний так [3,4,5]:

1. Піддаємо безліч відліків спостережуваного сигналу $\xi_k \in (\xi_{\min}, \xi_{\max})$ рівномірному квантуванню дискретною безліччю рівнів $\{\xi^{(1)}, \dots, \xi^{(m)}\}$ з інтервалом між сусідніми рівнями квантування $\Delta_i = \xi^{(i+1)} - \xi^{(i)} = \text{const}$.

2. З безлічі $\{\xi^{(k)}\}$ виділимо підмножини $\{\xi_{\Delta_i}^{(k)}\}$, що належать інтервалам $\{\Delta_i\}_{i=1}^m$.

3. Випадковим чином перемішаємо (переставимо) елементи підмножин $\overline{\xi_{\Delta_i}}$. Максимально можлива кількість перестановок $1_i!$, де 1_i число елементів в інтервалі Δ_i (розмірність вектору $\overline{\xi_{\Delta_i}}$).

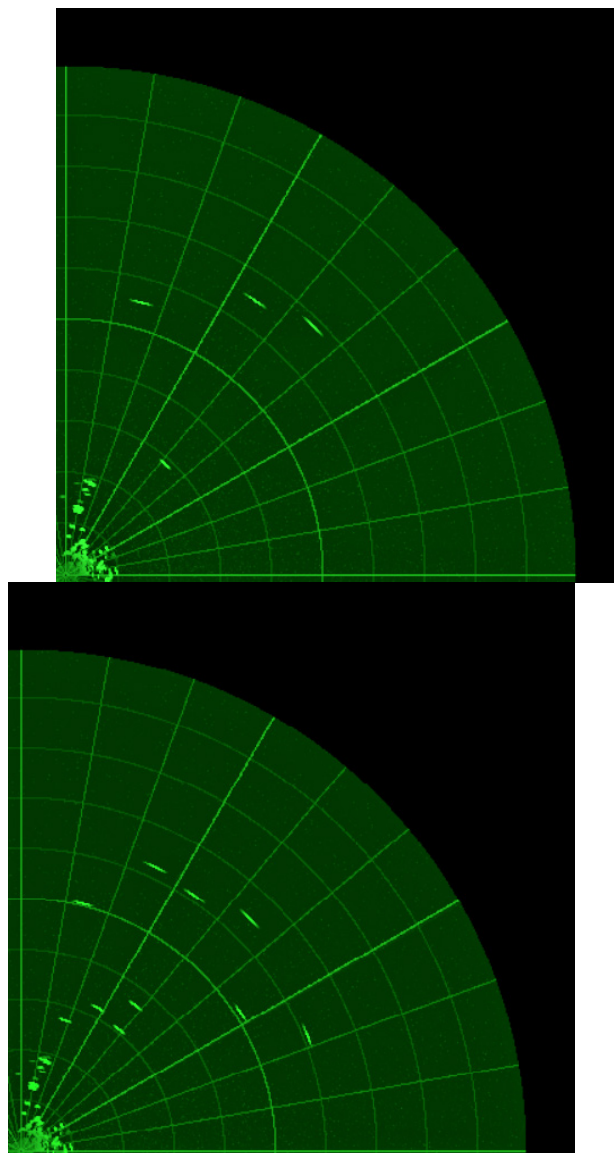
Оператори перестановки виконують взаємно однозначне відображення підмножин, що належать інтервалам $\{\Delta_i\}_{i=1}^m$, на себе. Підмножини до і після перемішування складаються з тих самих елементів, але відрізняються порядком їхнього слідування, тобто виконується переприписання номерів елементів тимчасового ряду, що становлять усі можливі пари кожного з підмножин Δ_i .

4. Об'єднуємо перемішані таким чином елементи підмножин та отримуємо першу реалізацію $\{\xi_n^{(1)}\}$ сурогатного сигналу, що зберігає (імітує) властивості атрактора сигнальної складової спостереження.

5. Повторюємо цю процедуру з кроку 3 поки не отримаємо необхідний ансамбль сурогатних сигналів $\{\xi_n^{(k)}\}_{k=1}^B$.

Максимальна потужність $1_i!$ множини сурогатних сигналів залежить від довжини вихідного спостереження N від числа рівнів квантування I і може значно перевищувати мінімально необхідну потужність B , тобто $1_i! \gg B$ [6].

Для формування імітуючої перешкоди вносимо до сформованого k сурогатний сигнал хибний інформаційний параметр $\lambda_{\Pi}(t)$ (час запізнення $t_{з.хибн.}$, доплерівське зміщення частоти $F_{д.хибн.}$), тобто ми можемо давати різні імітуючі перешкоди за дальністю та за швидкістю для станції спостереження рисунок 1(а,б).



а) екран радіолокаційної станції до застосування

б) екран радіолокаційної станції після застосування

На рисунку 1(а,б) наведено результати моделювання процесу формування сурогатних сигналів для прикриття дій бомбардувальної авіації хибними цілями, які спостерігає противник на своїй радіолокаційній станції.

Запропонований метод синтезу сурогатних сигналів алгоритмом ATS для створення перешкоди у відповідь радіоелектронним засобам противника. Дозволяє додавання хибних інформаційних параметрів до імітуючої перешкоди по дальності та по швидкості, а також

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

надає можливості створення кількох імітуючих перешкод, або створення їх такої кількості, яка потрібна для перевантаження радіоелектронного засобу противника з метою значного ускладнення їх роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Захист радіолокаційних систем від перешкод. Стан та тенденції розвитку / За ред. А.І. Канащенкова та В.І. Меркулова: Радіотехніка, 2003.

2. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта, О. В. Тесленко, В. М. Купрій, О. А. Малишев. – Х. : ХУПС, 2013. - 212 с.: Іл.

3. Новий підхід до непараметричного виявлення хаотичних сигналів на тлі білого шуму з використанням "нелінійної динамічної статистики" / П. Ю. Костенко, К. С. Васюта, А. Н. Барсуков [і ін.] // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 3 (25). – С. 108–116.

4. Small M. Attractor trajectory surrogates: hypothesis testing and prediction / M. Small // International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications. – Fukuoka, Japan, 29 November-3 December 2004. – P. 123-126.

5. Testing for nonlinearity in time series: The method of surrogate data / J. Theiler, S. Eubank, A. Longtin, B. Galdrikian, J.D. Farmer // Physica D. – 1992. – № 58. – P. 77-94.

6. Сучасний стан та перспективи розвитку радіолокаційних систем посадки / О.Л. Кащишин, К.С. Васюта, О.А. Ківшар, М.П. Долина // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2019. – № 1(34). – С. 39-45. <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.05>.

Качайло Руслан Олександрович – ад’юнкт навчально-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, e-mail: rkacajlo@gmail.com

Васюта Костянтин Станіславович – доктор технічних наук, професор, заступник начальника університету з наукової роботи Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, e-mail: kohafish@ukr.net

Ruslan Oleksandrovych Kachailo – adjunct of the educational and organizational department of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv city, e-mail: rkacajlo@gmail.com

Kostyantyn Stanislavovych Vasyuta – doctor of technical sciences, professor, deputy head of the university for scientific work of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv city, e-mail: kohafish@ukr.net

С.І. Березіна, М.В. Борцова, О.І. Солонець

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРЕТИКО-МНОЖИННИХ МОДЕЛЕЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ОПЕРАЦІЙ АЛГЕБРИ ЛОГІКИ ТА НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДЛЯ АПРІОРНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ ВІЯВЛЕННЯ ОБ’ЄКТІВ РОЗВІДКИ НА АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ

Анотація. Для вирішення задачі апріорного оцінювання ймовірності виявлення об’єктів розвідки на аерокосмічних знімках за умови недостатності апріорної інформації про умови зйомки та характеристики знімальної апаратури запропоновано використання теоретико-множинних моделей прийняття рішення на основі операцій алгебри логіки та нечітких множин. Побудовано систему нечіткого висновку, яка дозволяє визначати апріорну ймовірність виявлення об’єкта на основі експертних знань стосовно різниці кольірних характеристик та яскравості об’єкта та фону. Наводиться приклад розрахунку апріорної ймовірності виявлення ракети на асфальтовому полотні на знімках з роздільною здатністю 0,5 м.

Ключові слова: аерокосмічний знімок, озброєння та військова техніка, апріорна ймовірність виявлення, система нечіткого логічного висновку, роздільна здатність, яскравість, контраст.

Abstract. To solve the task of a priori estimation of the detection probability of surveillance objects in aerial images for the case of unknown a priori information about surveillance conditions and characteristics of the surveying equipment it is suggested using the set-theoretic models of decision-making based on operations of logic algebra and fuzzy sets. A new fuzzy inference system is built. It allows determining the a priori probability of object detection on the basis of expert knowledge regarding the differences in color characteristics and brightness of the object and the background. An example of calculating the a priori probability of detecting a missile on an asphalt surface in images with a resolution of 0.5 m is given.

Keywords: aerospace image, arms and military equipment, a priori probability of detection, fuzzy inference system, resolution, brightness, contrast.

Задачі, які пов’язані з розрахунком ймовірності виявлення об’єкта розвідки на знімку, перед усім, засновані на системному аналізі співвідношення спектральних характеристик об’єкта розвідки та підстилаючої поверхні, характеристик знімальної апаратури та умов зйомки. Недостатність апріорних даних про спектральні та радіометричні характеристики знімальної апаратури, спектральні характеристики об’єкта розвідки та підстилаючої поверхні викликає труднощі використання класичних методів визначення математичної ймовірності. В роботі запропоновано для отримання інтервальних оцінок в умовах невизначеності використання теоретико-множинних моделей на основі операцій алгебри логіки та нечітких множин для розрахунку ймовірності виявлення об’єкта на знімку. Найбільш важливим етапом при побудові системи є розробка та уточнення критеріїв, що визначають можливість виявлення об’єкта розвідки на знімку. Однак створення моделі, що найбільш повно відображає цю ситуацію, досить складно. Причиною цього є складні взаємозв’язки ймовірності виявлення об’єкта розвідки на знімку від характеристик знімальної апаратури, умов зйомки.

Структура методики розрахунку ймовірності виявлення об’єкта розвідки на знімку та алгоритм її реалізації представлений на рис. 1.

Різниця під час побудови таких моделей визначається лише набором вхідних даних. Відповідно до алгоритму побудови продукційних правил (рис. 1) та виходячи з формального подання емпіричних знань залежно від обраних факторів, було побудовано правила нечіткого висновку.

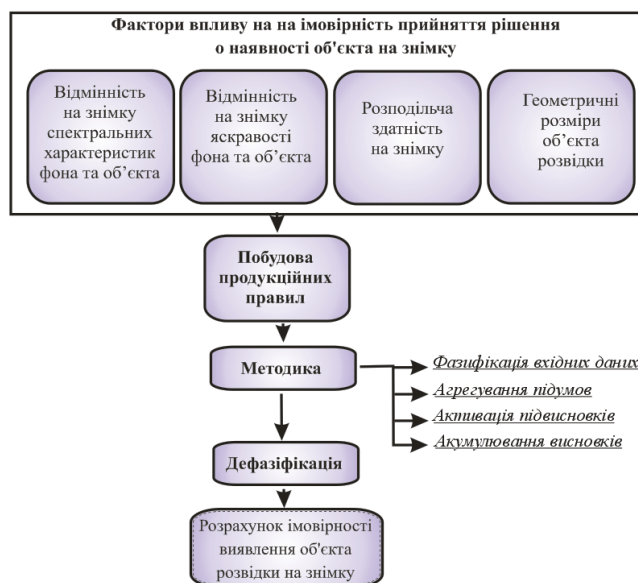


Рисунок 1 Структура методики розрахунку ймовірності виявлення об'єкта розвідки на знімку

Поперед усім, ймовірність виявлення об'єкта розвідки на знімку залежить від різниці спектральних характеристик об'єкта розвідки та підстилаючої поверхні. Чим більша відмінність яскравості та/або спектра, що відбивається, фону та об'єкта, тим більша ймовірність виявлення об'єкта на знімку. Ці параметри залежать не тільки від спектральних характеристик фону та об'єкта, але і від спектральної і радіометричної чутливості знімальної апаратури. У зв'язку з недостатньою інформацією про ці характеристики, при розрахунку ймовірності виявлення об'єкта розвідки на знімку використовується метод експертних оцінок, значення яких лежать в межах від 0 до 10. Де 0 яскравість (колір) фону-об'єкта не відрізняється, 10 – значна різниця яскравості (кольору). Для зменшення кількості продукційних правил в моделі, фактори які впливають на контраст зображення об'єкта розвідки на фоні підстилаючої поверхні (яскравості та спектральних характеристик фону та об'єкта) було об'єднано в окрему групу, яка відповідає за контрастність зображення об'єкта на знімку.

В процесі дешифровки даних при недостатній контрастності зображення об'єкта збільшується роль текстурних характеристик, а отже зростають вимоги до площі зображення об'єкта, яка визначається розподільчою здатністю на знімку та геометричними розмірами об'єкта розвідки.

Метою етапу фазифікації є встановлення відповідності між конкретним значенням окремої вхідної змінної системи нечіткого виведення та значенням функції належного їй терму вхідної лінгвістичної змінної. Після завершення цього етапу для всіх вхідних змінних повинні бути визначені конкретні значення функцій приналежності щодо кожного з лінгвістичних термів, що використовуються в умовах бази правил системи нечіткого виведення.

Наступним етапом нечіткого виведення згідно з алгоритмом є етап агрегування. Операція агрегування, що використовується, дозволяє визначити ступінь істинності умов по кожному з правил системи нечіткого висновку.

На даному етапі слід врахувати, що оскільки кожна умова складається з декількох умов, причому лінгвістичні змінні в умовах попарно не рівні один одному, то ступінь істинності складного висловлювання визначається на основі заздалегідь визначених значень ступенів істинності кожної з умов. Виходячи з того, що у всіх правилах в якості логічного зв'язка для підумов застосовується нечітка диз'юнкція, то як метод агрегування для нечітких висновків доцільним є використання операції max-диз'юнкції. Правила, що мають найбільший ступінь достовірності відповідним умовам, вважаються активними та використовуються для подальших розрахунків.

Для отримання кількісного значення інтегральної оцінки, що характеризує ймовірність виявлення об'єкта розвідки на знімку найбільш оптимальним методом проведення дефазифікації є метод центру тяжіння для одноточкових множин.

Запропонована методика оцінювання дозволяє отримувати значення імовірності виявлення об’єкта інтересу на знімку без використання точних даних про спектральні та радіометричні характеристики знімальної апаратури, спектральні характеристики об’єкта інтересу та підстилаючої поверхні. Недоліком запропонованої методики є її невисока точність, перевагою – простота та ефективність в умовах невизначеності апріорних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Braga-Neto U. Fundamentals of pattern recognition and machine learning / U. Braga-Neto. – Springer International Publishing, 2021. – 357 p.
2. Pang Y. Robust satellite image classification with Bayesian deep learning / Y. Pang, S. Cheng, J. Hu, Y. Liu // 2022 Integrated Communication, Navigation and Surveillance Conference, 05–07 April 2022, Dulles, VA, USA. – P. 1–8. – DOI: 10.1109/ICNS54818.2022.9771496.
3. Ali H. Supervised classification for object identification in urban areas using satellite imagery / H. Ali, A.A. Awan, S. Khan, O. Shafique, A. ur Rahman, S. Khan // 2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies, 03–04 March 2018, Sukkur, Pakistan. – P. 1–4. – DOI: 10.1109/ICOMET.2018.8346383.
4. Wang Y. A camouflaged object detection model based on deep learning / Y. Wang, L. Li, X. Yang, X. Wang, H. Liu // 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Information Systems, 20–22 March 2020, Dalian, China. – P. 150–153. – DOI: 10.1109/ICAIS49377.2020.9194881.
5. Berezina S. An information technique for segmentation of military assets in conditions of uncertainty of initial data / S. Berezina, O. Solonets, K. Lee, M. Bortsova // Information Processing Systems. – 2021. – No. 4. – P. 6–18. – DOI: 10.30748/soi.2021.167.01.
6. Castillo O. Recent advances in intelligent information systems and applied mathematics / O. Castillo, D. Kumar Jana, D. Giri, A. Ahmed. – Springer Nature, 2020. – 903 p.

Березіна Світлана Іванівна – кандидат технічних наук старший науковий співробітник старший науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: berezina-svetlan@ukr.net

Борцова Марія Вікторівна – молодший науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: masha.v.bortsova@gmail.com

Солонець Олексій Іванович – кандидат технічних наук старший науковий співробітник провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: alex_solonez@ukr.net

Svitlana Berezina – Candidate of Technical Sciences Senior Research Senior Research Associate of scientific research department of scientific center Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: berezina-svetlan@ukr.net

Masha Bortsova – Junior Research Associate of scientific research department of scientific center Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: masha.v.bortsova@gmail.com

Oleksiy Solonets – Candidate of Technical Sciences Senior Research Leading Research Associate of scientific research department of scientific center Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: alex_solonez@ukr.net

С.А. Плешкунов

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНИХ МЕТОДІВ ІОННОПЛАЗМОВОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ РЕСУРСУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. У доповіді представлені результати порівняльної оцінки технологічних методів цементації та іонно-плазмового азотування по технології "АВІНІТ N" (АТ "ФЕД") при їх використанні для зміцнення високонавантажених вузлів авіаційної техніки. Оцінка проводилася порівнянням контактної утомної міцності при проведенні прискорених, довготривалих випробувань на багато циклову та мало циклову утомну міцність при терті кочення з проковзуванням на машині тертя 2070 СМТ-1 на зразках, виготовлених з жароміцної сталі 20Х3МВФ ГОСТ 20072. Результати можуть бути корисними для інженерів, які займаються технологіями зміцнення конструкційних матеріалів.

Ключові слова: "Авініт N"; зміцнення поверхонь азотуванням; іонно-плазмове азотування; методика прискореної оцінки; міцність при утомному зношуванні; утомне зношування; цементація.

Abstract. The report presents the results of a comparative evaluation of technological methods of cementation and ion-plasma nitriding using the "AVINIT N" (JSC "FED") technology when they are used to strengthen highly loaded components of aviation equipment. The evaluation was carried out by comparing the contact fatigue strength during accelerated, long-term tests for multi-cycle and low-cycle fatigue strength in rolling friction with sliding on a friction machine 2070 CMT 1 on samples made of heat-resistant steel 20X3MΦΦ GOST 20072. The results can be useful for engineers who deal with the technologies of strengthening structural materials.

Keywords: "Avinit N"; strengthening of surfaces by nitriding; ion-plasma nitriding; method of accelerated assessment; strength at fatigue wear; tiresome wear and tear; cementation.

Постановка проблеми. Ресурс авіаційної техніки (АТ) в багатьох випадках визначається ресурсом її агрегатів, які мають у своїй конструкції пари тертя. А їх довговічність, в свою чергу, визначається величиною контактної міцності їх поверхонь, що труться. Ця міцність характеризує здатність матеріалу протистояти утомному зношуванню поверхонь тертя завдяки контактній міцності матеріалу. А вона може бути підвищена шляхом зниження механічних і термічних впливів на контактуючі поверхні внаслідок їх деформації при терті [1].

Серед таких методів широко використовуються хіміко-термічні методи цементації. Також для цього застосовують азотування, хоча і в меншій мірі. Це пов'язано з уявленнями про перевагу цементації перед азотуванням у формуванні зміцнених шарів великої протяжності.

Огляд останніх публікацій. На даний час розроблені і застосовуються нові методи азотування, які мають значні переваги над цементацією. Для оцінки експлуатаційних показників конструкційних матеріалів, зміцнених за новими методами, необхідно проведення довготривалих випробувань на втомну міцність на машинах тертя, які моделюють роботу таких спряжень. Такий стан питання обумовлює обмежену кількість досліджень по впливу азотування на величину контактної міцності матеріалів, особливо іонно-плазмовими методами азотування, які мають істотні відмінності та переваги перед традиційними пічними методами газового азотування [2-7].

В Україні проводяться інтенсивні дослідження і розробки багатокомпонентних багатофункціональних покриттів та методів їх нанесення на поверхні з прецизійною обробкою, яку потребують деталі вузлів сучасних агрегатів літакобудування, космічної техніки та інших галузей [6-8]. Такі ж дослідження проводяться і за кордоном [9-12]. Розробляються і методи прискорених випробувань таких високоміцних трибо спряжень, що також відкриває перспективи подальшого їх поширення [13].

Широко використовуємі в промисловому виробництві АТ «ФЕД» методи плазмового прецизійного азотування «Авініт N» [5-7], мають істотні відмінності і переваги перед традиційними грубними методами газового азотування, а саме:

- значне скорочення (в 2-3 рази) тривалості дифузійного насичення азотом поверхневого шару сплавів на основі заліза при загальному скороченні часу технологічного циклу обробки до 3-5 разів;

- дозволяють повністю уникнути водневої крихкості;
- забезпечують збереження розмірів (азотування «в розмір») і високу чистоту обробки поверхні, зниження крихкості азотованого шару і формування нітридних зон всіх складів без пір, внаслідок чого не потрібно доопрацювання поверхні після азотування.

Застосування ж традиційних методів газового азотування вимагає проведення дуже трудомістких, складних операцій високоточного механічного шліфування, як, наприклад, при виготовленні деталей зубчастих передач високої точності. При цьому, через формування крихкого нітридного шару необхідно, часом, зішліфувати його на глибину до 0,1 мм, що може становити значну частину всього зміцненого шару і як наслідок, істотне погіршення механічних характеристик.

Метою роботи було визначення переваг плазмового азотування за технологією “Авініт N” перед традиційними методами цементації у контактній утомній міцності. Тому були проведені дослідження впливу плазмового азотування за технологією “Авініт N” на контактну міцність від втоми жароміцної сталі 20Х3МВФ ГОСТ 20072 при терті кочення з проковзуванням поверхонь і порівняння отриманих результатів з контактною утомною міцністю такої ж сталі, зміцненої за традиційною технологією газової цементації.

Випробування проводилися на стандартній машині тертя 2070 СМТ-1 за схемою «диск-диск».

Результати прискорених випробувань на втомну міцність. Виходячи з того, що випробування на утомну міцність потребують довгого часу випробувань при великих контактних навантаженнях, було розроблено методику прискореної оцінки для порівняння контактної утомної міцності при проведенні випробувань при терті кочення з проковзуванням [13]. В якості показника оцінки утомної міцності використовували питому енергію дисипації за один цикл навантаження. Було сплановано експеримент, який передбачав реалізацію імпульсного навантаження трібосистеми (ТС) на першому етапі її роботи з одночасною реєстрацією акустико-емісійного випромінювання [14]-[17]. Метод акустичної емісії (АЕ) довів високу ефективність реєстрації моменту переходу ТС від нормального зносу до початкового утомного руйнування. За цим критерієм зразки з азотуванням мають значну (більш, ніж в 2 рази) перевагу перед цементованими [13].

У процесі проведення випробувань встановлено, що кожен цикл випробувань складається з трьох характерних етапів: перший – етап навантаження; другий – вихід на сталий режим накопичення пошкоджень в поверхневому шарі; третій – перехід до початкових руйнувань втомного характеру.

Автором проводилися трибологічні дослідження впливу плазмового азотування за технологією АТ «ФЕД» на контактну міцність від втоми сталі 20Х3МВФ ГОСТ 20072 при терті кочення з проковзуванням поверхонь і порівняння отриманих результатів з контактною втомною міцністю такої ж сталі, зміцненої за традиційною технологією газової цементації. Вони показали, що зносостійкість зразків, зміцнених азотуванням «Авініт N», істотно вище, ніж зразків, зміцнених традиційною цементацією.

В середньому по чотирьом випробуванням, пари зразків до утворення початкових осередків втомного викришування відпрацювали:

- зміцнені азотуванням «Авініт N» – 97875 циклів;
- зміцнені газовою цементацією – 53812 циклів.

Інтегральна багатоциклова стійкість до втомного зношування (руйнування) зразків, зміцнених азотуванням «Авініт N», більш ніж в 10 разів вище, ніж у зміцнених цементацією. Це пов'язано з механізмами втомного руйнування цементованих зразків (вищерблення по межі дефекту). Результати досліджень можуть служити основою для проведення дослідних робіт з використання іонно-плазмових технологій азотування замість цементування з метою

підвищення контактної міцності поверхні деталей, беручи до уваги також такі переваги цієї технології, як збереження розмірів та високої чистоти обробки поверхонь, внаслідок чого відпадає необхідність їх механічної доробки після зміцнення.

Таким чином, проведений автором комплекс експериментальних досліджень перспективної технології підвищення контактної утомної міцності методом іонно-плазмового азотування “АВІНІТ N” при моделюванні трибоспрямижень авіаційної техніки показав її значну перевагу перед традиційним зміцненням цементацією та може бути використаним для збільшення ресурсу авіаційної техніки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ибатуллин И.Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев: монография / И. Д. Ибатуллин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 387 с.
2. Пастух І.М. Вплив режимних параметрів азотування у тліючому розряді на товщину нітридної зони модифікованого шару / І.М. Пастух, Г.М. Соколова, О.С. Здибель // Вісник Хмельницького національного університету, 2014, №4 (215). – С. 130-134.
3. Могильная Е.П. Ионное азотирование изделий из конструкционной стали 38ХМФА / Е.П. Могильная, В.М. Дубасов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні, 2013, №1. – С. 193-198.
4. Костик К.О. Порівняльний аналіз впливу газового та іонно-плазмового азотування на зміну структури і властивості легованої сталі 30Х3ВА / К.О. Костик, В.О. Костик // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХП»: зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2014. – №48 (1090). – С. 21-41.
5. Сагалович О.В., Сагалович В.В. Спосіб іонно-плазмового прецизійного азотування поверхонь сталей та сплавів Avinit N. Pat. UA №84664 від 25.10.13.
6. Сагалович О.В., Сагалович В.В. Спосіб іонно-плазмового прецизійного азотування поверхонь сталей та сплавів Avinit N. Pat. UA №107408 від 28.12.14.
7. Sagalovich V.V., Sagalovich, A.V. The method of ion-plasma precision nitriding of the surfaces of metal products, Patent 2555692, Russian Federation, C23C8/36 (H01J 37/00), C23C14/48, stated 27.12.2014; publ. 10.07.2015, Bull. No. 19, 13 p.
8. Сагалович А.В. Разработка многокомпонентных покрытий для повышения износостойкости поверхностей пар трения в прецизионных узлах / Сагалович А.В., Дудник С.Ф., Сагалович В.В., Кононыхин А.В., Попов В.В., Любченко А.П., Олейник А.К. // Физическая инженерия поверхности. – 2007. – Т. 5, № 3-4. – С. 155-164.
9. Amiri M. On the thermodynamics of friction and wear – a review / M. Amiri, M.M. Khonsari // Entropy. Vol. 12, – 2010. – P. 1021–1049.
10. Yunhui M. Research on friction-coatings with activated ultra-thick tin-base / M. Yunhui, T. Dehua, W. Xicheng, L. Qinghua // Advanced Tribology. – 2010. – P. 915–919.
11. Gromakovsky D.G. Problems of Kinetics of Surface Destruction / D.G. Gromakovsky, A.G. Kovshov, I.D. Ibatullin, A.V. Dynnikov // Proceedings of VII-th International Symposium "INTERTRIBO 2002", section B – Wear. – Slovak Republic, Stara Lesna: House of Technology, 2002. – P. 57-58.
12. Gromakovsky D.G. Modelling and Wear Calculation on Friction / D.G. Gromakovsky, A.N. Malyarov, Y.P. Samarin // Abstracts of Papers of the World Tribology Congress. – Bath, UK: Bookcraft Limited, 1997. – 462 p.
13. Стадниченко В. М. Методика прискореної оцінки проказників втомної пошкоджуваності конструкційних матеріалів / В.М. Стадниченко, Р.М. Джус, С.А. Плешкунов // Системи озброєння і військова техніка. – 2019. – № 2(58). – С. 122-131. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.58.15>.
14. S. F. Filonenko, V. N. Stadnichenko and O.N. Troshin, "Research of influence of thermal resistance of elements of tribosystem on wearproofness of friction units," Proceeding of the fourth world congress “Aviation in the XXI-st century”, “Safety in aviation and space technology, 2010. Vol. 1, pp. 12.1–12.4.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

15. О. Запорожець В.В., Стадніченко В.М. Ідентифікація нанозносних режимів тертя з використанням методу акустичної емісії. Технологічні системи, 2012. № 4. С. 42-56.

16. Трошин О.М., Стадніченко М.Г., Джус Р.М., Гурін О.А. Інформативний зміст методу акустичної емісії для безрозбірної діагностики вузлів авіаційної техніки. Наука та техніка Повітряних Сил. 2013. №2 (11). С. 80-83.

17. Стадніченко В.М., Трошин О.М., Стадніченко Н.Г., Приймак О.В., Просяник І.І. Класифікація видів нанозносу за значенням коефіцієнта дисипації зовнішньої енергії, що підводиться, до трибосистеми. Збірник наукових праць ХУПЗ. 2011. № 1 (27). С. 51-61.

Плешкунов Сергій Анатолійович – старший викладач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, pleshkunov70@ukr.net, 0675401470.

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

Serhii Pleshkunov – Instructor of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, pleshkunov70@ukr.net, 0675401470.

Kharkiv national university of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv

УДК 004.021

С.В. Осієвський, Д.О. Каліновський, Є.С. Воробйов

МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІІ ЗНАНЬ ПРОЦЕСУ ОЦІНКИ ДІЙ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

Анотація

На теперішній час велика частина управлінських рішень залишається неформалізованою, що спричинено недосконалістю апарату, який не призначений для опису і врахування усіх особливостей процесу управління. Висока динамічність бойових дій та значна невизначеність умов обстановки, приводить до значного ускладнення своєчасного і обґрунтованого прийняття управлінського рішення. Враховуючи велику кількість факторів та параметрів задача розпізнавання дій засобів повітряного нападу не може бути вирішена використанням звичайних методів оцінки, так як при великій кількості нечітких показників, які присутні в даній оцінці, неможливо отримати комплексну оцінку різномірних за змістом та природою величин. Тому при розробці методу використовується апарат нечіткої логіки, що дозволяє оперувати невизначеною інформацією та дозволяє з деякою точністю наблизити результати до гранично вірних. В результаті проведених досліджень було використано ієрархічну нечітку продукційну модель, за допомогою якої вдається визначити межі допустимих і оптимальних значень вхідних змінних. В процесі формалізації знань проведено аналіз вхідних параметрів які отримані з керівних документів, досвіду та методом експертних оцінок.

Ключові слова: засоби повітряного нападу, формалізовані знання, нечітка логіка, нечіткі множини.

Abstract

Currently, a large part of management decisions remains informal, which is caused by the imperfection of the apparatus, which is not designed to describe and take into account all the features of the management process. The high dynamism of hostilities and the significant uncertainty of the situation lead to significant complications in making a timely and well-founded management decision. Given the large number of factors and parameters, the task of recognizing the actions of air attack means cannot be solved using conventional assessment methods, since with a large number of unclear indicators that are present in this assessment, it is impossible to obtain a comprehensive assessment of values that are heterogeneous in content and nature. Therefore, in the development of the method, a fuzzy logic apparatus is used, which allows you to operate with uncertain information and allows you to approximate the results to the most accurate with some accuracy. Considering the factors and parameters that must be taken into account, various categories of information and ways of their presentation are taken into account. In accordance with the stages of logical deduction, it is proposed to use a drastic product at the stage of aggregation. In contrast to operations on fuzzy sets, which take into account the range of values of all variables, this operation allows you to form a filter that will evaluate the nature of actions with certain restrictions. As a result of the conducted research, a hierarchical fuzzy production model was used, with the help of which it is possible to determine the limits of admissible and optimal values of input variables. In most cases, input data are non-deterministic factors of a non-stochastic nature, which arise due to the vagueness of the purpose of hostilities and opposition from the enemy. In the process of formalization of knowledge, an analysis of input parameters obtained from guiding documents, experience and the method of expert evaluations was carried out. Differences in the assessment of experts affected the limits of permissible values. The proposed approach should be used for practical recommendations during hostilities.

Keywords: means of air attack, formalized knowledge, fuzzy logic, fuzzy sets

На теперішній час велика частина управлінських рішень залишається неформалізованою, що спричинено недосконалістю апарату, який не призначений для опису і врахування усіх особливостей процесу управління. Не враховується зміна організаційно-штатної структури

органів військового управління і самого процесу прийняття рішення, в залежності від керівних документів і стрімкого розвитку сил і засобів збройної боротьби, які використовуються в ході останніх збройних конфліктів та воєнних дій. Окремо слід звернути увагу на угруповання сил та засобів повітряного нападу (ЗПН), які здатні виконувати тактичні, оперативні та стратегічні завдання, що вказує на підвищення значення боротьби в повітряному просторі.

На перший погляд тактичні і оперативні задачі подібні, проте вони суттєво відрізняються обсягом інформації, який необхідний для їх розв’язання. Найбільш складними та слабо структурованими задачами, які стоїть перед особою яка приймає рішення (ОПР), являються [1]: оцінка ситуації повітряної обстановки; оцінка дій ЗПН.

Одним із шляхів рішення зазначених задач може бути досягнуто, за рахунок врахування сукупності емпіричних знань людини, що отримані на основі різномірної інформації, власного досвіду, та її інтелектуальних можливостей. Зазначену сукупність, для її використання в практичній складовій, необхідно формалізувати, у спеціальному математичному та програмному забезпеченні автоматизованих систем управління (АСУ).

Формалізації даних і знань з оцінки повітряної обстановки та дій ЗПН присвячений ряд робіт [2-6]. У роботі [2] пропонується використовувати інтервальні нечіткі множини 2 порядку; у роботі [3] запропоновано підхід до формалізації процесу розпізнавання повітряних ударів противника з використанням алгоритму нечіткого виведення Сугено нульового порядку; у роботі [4] запропоновано використовувати функціональну мережу для формалізації процесу відбору інформаційних ознак; у роботі [5] розроблений та обґрунтований склад формалізованих знань процесів розпізнавання варіантів дій ЗПН.

Метою роботи є розробка методу формалізації знань процесу оцінки дій засобів повітряного нападу з метою автоматизації процесу прийняття рішення на управління частинами винищувальної авіації та зенітних ракетних військ.

Незважаючи на те, що вхідні данні надають можливість ефективніше приймати рішення, вони вносять ряд факторів нестохастичної природи. Які виникають через нечіткість мети бойових дій та протидію з боку противника, а саме:

- множину маршрутів польоту;
- множину цілей які визначені для ураження;
- множину типів озброєння;
- множину напрямків удару.

Враховуючи велику кількість факторів та параметрів задача розпізнавання дій ЗПН не може бути вирішена використанням звичайних методів оцінки, так як при такій кількості нечітких показників, які присутні в даній оцінці, неможливо отримати комплексну оцінку різномірних за змістом та природою величин. Тому при розробці методу використовується апарат нечіткої логіки, що дозволить оперувати невизначеною інформацією та дозволить з деякою точністю наблизити результати до гранично вірних.

Структурно нечітка продукційна модель має вигляд рис. 1.

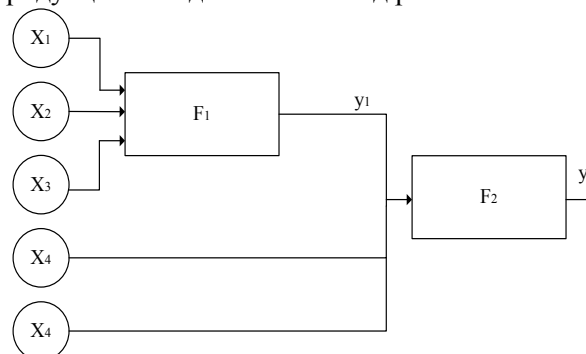


Рис. 1. Структура нечіткої продукційної моделі визначення параметру характеру дій ЗПН

Методи теорії нечітких множин дозволяють отримати форму функції належності узагальненої оцінки при умові об’єднання часткових оцінок за принципом “or-or” та “end-end”. Для визначення функції належності узагальненої оцінки використаємо принцип “end-end” для врахування максимумів вхідних значень. Де вихідною змінною буде $y_1=0$ при “мала

інтенсивність”, $y_1=1$ “висока інтенсивність”.

Для визначення функції належності узагальненої оцінки використано на етапі агрегування драстичний добуток який представлений у вигляді:

$$M\Delta = \begin{cases} \mu_a(x), \text{ if } \mu_b(x) = 1 \\ \mu_b(x), \text{ if } \mu_a(x) = 1 \\ 0, \text{ else} \end{cases}$$

Даний тип агрегування виступає свого роду фільтром, який в разі виявлення повітряних об'єктів, у напрямку, який не є ймовірним або критичним і з малою інтенсивністю не буде розцінювати їх як засіб повітряного нападу. Натомість всі об'єкти які здійснили пуск або зліт у загрозовому напрямку або з великою інтенсивністю буде розцінюватись як складний характер дій.

В результаті проведених досліджень було використано ієрархічну нечітку продукційну модель, за допомогою якої вдається визначити межі допустимих і оптимальних значень вхідних змінних. Вхідні данні в більшості випадків являються, не-визначеними факторами нестохастичної природи, які виникають через нечіткість мети бойових дій та протидію з боку противника.

В процесі формалізації знань проведено аналіз вхідних параметрів які отримані з керівних документів, досвіду та методом експертних оцінок. Розбіжності в оцінці експертів, вплинули на межі допустимих значень. Тому під час повторно-го проведення моделювання необхідно провести оцінку експертів для зменшення області.

В роботі запропоновано використовувати на етапі агрегування драстичний добуток. На відмін-ну від операцій над нечіткими множинами, які враховують область значення всіх змінних наведена операція дозволяє сформувати фільтр який буде оцінювати характер дій з певними обмеженнями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методи підтримки прийняття рішень при ситуаційному аналізі повітряної обстановки: монографія / О. М. Дмитрієв, І. О. Борозенець, В. С. Мажаров, М. Г. Мельничук, М. А. Павленко, О. І. Тимочко, С. Г. Шило, Г. В. Щер-бак. Кропивницький : ПП "Ексклюзив-Систем", 2021. 271 с.

2. Королюк, Н.О, Леонов, А.В, Будков, М.Р, Литвин, Д.А. (2020). Особливості автоматизації процесів вироб-лення рішень при оцінці повітряної обстановки на пунктах управління Повітряних Сил Збройних Сил України. Сис-теми озброєння і військова техніка. 106-112. 10.30748/soivt.2020.61.12.

3. Олизаренко С.А. Интервальные нечеткие множества типа 2. Терминология, представление, операции /

С.А. Олизаренко, А.В. Перепелица, В.А. Капранов // Системы обработки информации. – 2011. – No 2(92). – С. 39-45.

4. Полонський, Ю. І., Борозенець, І. О., Шило, С. Г., Литвиненко, М. І. (2016). Формалізований опис процесу відбору інформаційних ознак для формування моделі повітряної обстановки. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, (2), 115-117.

5. Носик А.М. Метод формализации знаний о возможных вариантах действий воздушного противника, спрог-нозированных в ходе подготовки к ведению боевых действий / А.М. Носик, А.В. Перепелица, О.С. Бодяк // Системы озброєння та військова техніка – 2013. – No 1(108). – С. 133-137.

6. Методика оцінки повітряного противника: методичний посібник. К.: НУОУ, 2016. 32 с.

Осієвський Сергій Валерійович — кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 0677596282, stiv161272@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0861-9417>

Каліновський Дмитро Олександрович – ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 0961839606, kalinovskyidmytro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3184-6458>

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Воробйов Євген Сергійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 0954166157, vo.evgen.se@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1828-0069>

Kalinovskyi Dmytro – adjunct of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, 0961839606, kalinovskyidmytro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3184-6458>

Serhii Osievskiy – Candidate of Technical Sciences, docent, the head of the department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, 0677596282, stiv161272@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0861-9417>

Evgen Vorobyov – Candidate of Technical Sciences, Senior Research Officer of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, 0954166157, vo.evgen.se@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1828-0069>

С.В. Орехов, М.В. Сергєєв

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА ППО ВІЙСЬК

***Анотація.** В доповіді проаналізований сучасний стан системи розвідки повітряного противника військ ППО Сухопутних військ, висвітлені основні проблеми організації радіолокаційної розвідки, визначені основні напрямки удосконалення системи розвідки повітряного противника. Сформульовані рекомендації щодо удосконалення системи розвідки повітряного противника у військах ППО СВ.*

Ключові слова: система розвідки повітряного противника, війська ППО Сухопутних військ, РЛС, розвідувальні можливості, повітряна ціль.

***Annotation.** The paper analyzed the current state of the army air defence air enemy reconnaissance system, highlighted the main problems of the radiolocation reconnaissance organization, defined the main ways of the army air defence enemy reconnaissance system improvement. Recommendations on improvement of the army air defence air enemy reconnaissance system were formulated.*

Key words: army air defence air enemy reconnaissance system, Army Air Defence forces, radar, reconnaissance capabilities, air target.

Основу системи розвідки повітряного противника у військах ППО СВ складають сили і засоби радіолокаційної розвідки. Завдання радіолокаційної розвідки повітряного противника вирішують радіотехнічні частини та підрозділи управління і радіолокаційної розвідки. Основною радіотехнічною частиною у військах ППО СВ є окремий радіотехнічний батальйон (ортб) оперативного командування (ОК).

До бойових завдань ортб відносяться: ведення радіолокаційної розвідки (виявлення, супроводження, визначення координат і параметрів руху повітряних цілей); видача цілевказівок по повітряним цілям; оповіщення військ про повітряного противника.

До основних підрозділів ортб відносяться рота бойового управління і забезпечення командного пункту (КП) та радіолокаційні роти.

Інформація про повітряну обстановку передається на сумісний командний пункт ППО і АА (СКП ППО і АА) і далі на оповіщення в війська.

На озброєнні підрозділів ортб знаходяться РЛС виявлення і цілевказання метрового діапазону хвиль типу П-18, РЛС виявлення цілей, що низько летять - дециметрового діапазону П-19 і радіовисотоміри ПРВ-16 – сантиметрового діапазону довжин хвиль.

В зенітному ракетному полку (зрп) радіолокаційну розвідку ведуть підрозділи управління і радіолокаційної розвідки зі складу групи бойового управління (ГБУ). Інформація про повітряні цілі передається на КП (ЗКП) зрп і використовується для цілевказівок зенітним ракетним комплексам і оповіщення про повітряного противника. На озброєнні підрозділів знаходяться РЛС типу П-18, П-19, радіовисотоміри ПРВ-16.

В окремій механізованій (танковій) бригаді (омбр (отбр)) ОК до підрозділів управління і радіолокаційної розвідки відносяться взвод управління та радіолокаційної розвідки (ВУ та РЛР) начальника ППО бригади і ВУ та РЛР зенітного ракетно-артилерійського дивізіону (зрадн) омбр (отбр).

На озброєнні взводу управління та радіолокаційної розвідки начальника ППО бригади знаходяться РЛС П-19, радіостанція Р-142Н та ін.. Крім того, у складі рухомого пункту розвідки та управління РПРУ 9С80 в зрадн є РЛС виявлення повітряних цілей з дальністю виявлення цілей до 45 км.

Радіолокаційними засобами розвідки повітряних цілей оснащені також бойові машини (БМ) основних ЗРК і ЗГРК, які виконують завдання виявлення повітряних цілей і наведення зенітних керованих ракет.

Радіолокаційна інформація о повітряних цілях надходить також за рахунок організації інформаційної взаємодії з Повітряними Силами і зокрема, в режимі централізованого управління від командних пунктів (КП) Повітряних командувань (ПвК) на СКП ППО і АА командування Сухопутними військами (СВ) і на СКП ППО і АА ОК.

Бойові можливості сил та засобів радіолокаційної розвідки поділяються на розвідувальні та маневрені. До розвідувальних можливостей відносять:

просторові характеристики зони радіолокаційної розвідки (дальність виявлення повітряних цілей, межі радіолокаційного поля, глибина виносу зони розвідки та ін.); надійність виявлення цілей (імовірнісні показники виявлення, коефіцієнт перекриття зони розвідки);

стійкість системи розвідки (від радіоелектронного придушення (РЕП), від вогневого ураження, зокрема високоточної зброї (протирадіолокаційних ракет);

кількість та якість розвідувальної інформації про повітряного противника (кількість одночасно супроводжуваних цілей, точнісні характеристики та розрізнявальна спроможність).

До головних характеристик маневрових можливостей відносяться час розгортання (згортання) радіолокаційних підрозділів, можливості ведення розвідки в русі та ін.

До основних проблем організації радіолокаційної розвідки у військах ППО СВ слід віднести наступні:

низький рівень автоматизації інформаційного забезпечення (процесу отримання, обробки, передачі і аналізу радіолокаційної інформації про повітряні цілі);

моральне та фізичне старіння основних радіолокаційних комплексів, відпрацювання закладеного ресурсу їх функціонування, та, як наслідок, низька надійність, ремонтпридатність та технічна готовність озброєння;

недостатньо високий рівень бойових можливостей з виявлення, супроводження та точності визначення координат і параметрів руху цілей в умовах впливу активних і пасивних перешкод, та уразливість від високоточної зброї (ВТЗ), зокрема протирадіолокаційних ракет (ПРР);

практична відсутність в підрозділах ППО СВ альтернативних (крім активної радіолокації) джерел інформації про повітряні цілі (зокрема – систем радіотехнічної розвідки по сигналам джерел радіовипромінювань повітряних цілей);

значний час проходження радіолокаційної інформації в режимі централізованого управління від первинних джерел (зокрема радіолокаційної роти) до споживачів, наприклад – зенітних підрозділів;

недостатньо високі маневрені можливості засобів радіолокаційної розвідки, зокрема значний час розгортання (згортання) РЛС та неможливість ведення розвідки в русі.

Визначимо можливі напрямки удосконалення систем розвідки повітряного противника в військах ППО СВ. До основних напрямків удосконалення систем розвідки повітряного противника в військах ППО СВ слід віднести наступні:

розробка комплексної автоматизованої системи контролю повітряного простору сумісно з силами і засобами розвідки Повітряних сил, частин спеціальних військ (зокрема, радіоелектронної боротьби), управлінням повітряним рухом;

розробка перспективних і модернізація існуючих радіолокаційних систем і комплексів за напрямками підвищення надійності, потужності, перешкодозахищеності, точності вимірювання координат повітряних цілей, ступеню автоматизації процесу отримання, обробки та передачі радіолокаційної інформації про повітряні цілі;

удосконалення систем технічного обслуговування, ремонту та відновлення ресурсу радіолокаційного озброєння;

розробка та удосконалення методів оцінки радіоелектронної обстановки (РЕО), організаційно-технічних та технічних заходів радіоелектронного захисту (РЕЗ) від активних перешкод (АП), пасивних перешкод (ПП), самонавідної зброї (СНЗ), методів протидії технічним засобам розвідки (ПДТЗР) противника, забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) радіоелектронних систем і засобів (РЕСЗ);

більш ефективна організація взаємодії з організації інформаційного забезпечення та зв'язку с Повітряними Силами (частинами і підрозділами РТВ і ЗРВ), з частинами і

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

підрозділами радіоелектронної боротьби, на озброєнні яких знаходяться станції радіотехнічної розвідки «Кольчуга»;

оснащення підрозділів ППО СВ станціями радіотехнічної розвідки, які ефективно діють в умовах застосування противником активної РЕБ;

розробка і прийняття на озброєння РЛС які мають кращі маневрені можливості, ніж існуючий парк.

При організації системи радіолокаційної розвідки та її подальшого розвитку необхідно дотримуватись таких основних принципів: цілеспрямованість, безперервність, активність, оперативність, прихованість, стійкість, повнота і достовірність даних розвідки.

Крім того, необхідно зазначити, що поряд з комплексами активної радіолокації в умовах інтенсивного радіоелектронного придушення радіоелектронних систем і засобів (РЕСЗ) слід ширше використовувати інформацію з пасивних комплексів, зокрема станцій радіотехнічної розвідки, які в теперішній час є на озброєнні підрозділів РЕБ.

Наприклад, станція радіотехнічної розвідки «Кольчуга», яка виробляється на виробничому об'єднанні «Топаз», забезпечує виявлення, розпізнання, визначення ТТХ за випромінюванням радіоелектронних систем повітряних цілей (в діапазоні частот до 18 ГГц) в смузі по фронту до 1000 км на дальності до 600 км (дальня зона з вузькою діаграмою спрямованості) та 200 км (ближня зона, широкою діаграмою спрямованості).

Відмітимо, що для ефективної організації системи радіолокаційної розвідки в умовах застосування засобів РЕБ необхідна своєчасна оцінка радіоелектронної обстановки і розробка організаційно тактичних і технічних заходів щодо радіоелектронного захисту радіолокаційного озброєння при прийнятті рішення на ведення бойових дій.

До організаційно – тактичних заходів щодо радіоелектронного захисту від РЕБ та СНЗ слід віднести наступні:

дотримання правил радіо і радіотехнічного маскуванню;

отримання інформації про засоби повітряного нападу (ЗПН) від взаємодіючих підрозділів;

використання захисних властивостей місцевості, інженерне обладнання позиції для захисту від СНЗ;

визначення порядку переходу на запасні частоти;

організація дублюючих каналів зв'язку;

періодична зміна позиції;

уточнення взаємодії з підрозділами Повітряних сил по знищенню літаків РЕБ;

створення додаткових постів візуального спостереження на напрямках нальоту цілей, що низько летять;

обладнання запасних та хибних позицій з імітацією РЕСЗ. До технічних заходів по захисту від АП, ПП слід віднести:

автоматичну та ручну зміну робочих частот РЕСЗ;

автоматичний аналіз заводової обстановки, пеленгацією джерел завад;

використання апаратури захисту від АП та апаратури селекції рухомих цілей;

використання режиму напівавтоматичного супроводження цілей з оптичними засобами (ТОВ);

використання засобів підвищення достовірності передачі інформації по каналах зв'язку.

Результати проведеного аналізу дозволили сформулювати рекомендації щодо удосконалення системи розвідки повітряного противника у військах ППО СВ:

комплексна автоматизація системи збору, обробки та доведення до споживачів інформації про повітряні цілі;

модернізація існуючих та розробка перспективних радіолокаційних комплексів з кращими бойовими, маневреними можливостями та перешкодозахищеністю, у тому числі побудованих на інших фізичних принципах функціонування;

удосконалення системи технічного обслуговування, ремонту, відновлення ресурсу радіолокаційного озброєння;

більш ефективна організація взаємодії по інформаційному забезпеченню бойових дій підрозділів ППО СВ, зокрема, з Повітряними Силами, частинами і підрозділами РЕБ та ППО ВМС;

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонт зразків озброєння та військової техніки”

розробка та удосконалення методів оцінки РЕО, і на її основі заходів щодо радіоелектронного захисту від активних та пасивних перешкод, самонавідної зброї і забезпечення електромагнітної сумісності сучасних радіоелектронних систем і засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кириченко С.О. Тенденції розвитку збройної боротьби та форм і способів застосування угруповань військ // Наука і оборона. – 2006. № 4, С. 3 – 6.
2. Городнов В.П., Дробаха Г.А., Ткаченко В.І. та ін. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія. - Харків: ХВУ, 2004, - 409 с.
3. Дробаха Г.А. Перспективні напрямки розвитку теорії та практики інформаційного забезпечення процесів управління Повітряними Силами Збройних Сил України // Збірник наукових праць Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. –Х.: ОНДІ ЗС. – 2005. Вип. 1 (1). – С. 28-40.
4. Степанов Г.С., Камінський В.В., Павленко М.А. Погляди щодо проблемних питань застосування Повітряних Сил в протиповітряній обороні. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2018. № 1(30). С. 18-23. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03>
5. Степаненков М.М., Кобзев А.В., Романенко В.В. Шляхи вдосконалення методів отримання і обробки інформації у засобах повітряної радіотехнічної розвідки. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2(27). С. 121-123. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.23>.
6. Камалтинов Г.Г., Колеснік О.М. Тенденції розвитку радіолокаційних засобів контролю повітряного простору. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 2(64). С. 89-95. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.64.13>.
7. Тактика підрозділів військ протиповітряної оборони Сухопутних військ : підручник. / А. Ф. Волков, С. В. Орехов, М. І. Оборонов, та ін. : за ред. А. Ф. Волкова. – Х. : ХНУПС, 2020. – 366 с.

Орехов Сергій Васильович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, sula1971@ukr.net

Сергеев Микола Валерійович – курсант факультету ППО Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, sula1971@ukr.net

Oriekhov Serhii Vasylovych – candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, sula1971@ukr.net

Serhieiev Mykola Valeriiovych – cadet of the Army Air Defence faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, nickserhieievuk@gmail.com

С.І. Корсунов, О.О. Пішохан

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ПІДРОЗДІЛУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ОСТАННІХ ЛОКАЛЬНИХ ВІЙН І КОНФЛІКТІВ

Анотація.

Застосування засобів повітряного нападу (ЗПН) у війнах і конфліктах сучасності підтвердили гіпотезу про те, що найбільша загроза на полі бою надходить з повітря, а за досвідом конфлікту в Нагірному Карабасі та російсько-української війни - від безпілотних літальних апаратів (БПЛА). У цьому контексті актуальною є задача прикриття військ в умовах застосування противником БПЛА. Отримання даних про ефективність стрільби зенітних засобів через значення умовної ймовірності ураження БПЛА дозволяє оцінити їх можливості щодо прикриття зенітних підрозділів і знищення даного класу цілей.

Ключові слова: протиповітряна оборона, локальний конфлікт, війна, ЗПН, БПЛА.

Abstract.

The use of Air Assault Weapons (AAW) in modern wars and conflicts has confirmed the hypothesis that the greatest threat on the battlefield comes from the air and based on the experience of the conflict in Nagorno-Karabakh and Russian-Ukrainian war – from Unmanned Aerial Vehicles (UAV). In this context, the task of covering troops in the conditions of the enemy's use of UAVs is relevant. Obtaining data on the effectiveness of air defence systems' fire due to the value of the conditional probability of hitting UAVs makes it possible to evaluate their ability to cover air defence units and destroy this class of targets.

Keywords: air defence, local conflict, war, AAW, UAW.

На думку багатьох експертів відбувається революція у воєнній справі, яка змінила традиційні погляди на застосування збройних сил, а вже найближчим часом може докорінно змінити тактику, оперативне мистецтво і, навіть, стратегію. Сучасний збройний конфлікт супроводжується напруженим протиборством ЗПН і протиповітряної оборони (ППО), його хід і результат залежать від створеного угруповання та злагодженості дій. Досвід застосування ЗПН у локальних війнах і конфліктах сучасності потребує детального вивчення й аналізу. Тому знання реалій застосування ЗПН є обов'язковим для надійного захисту повітряних кордонів і повинні бути вивчені та враховані при підготовці фахівців протиповітряної оборони.

Залучення БПЛА до виконання широкого кола завдань, їх подальша трансформація, розширення географії виробництва, стрімке зростання бойових можливостей змінили тактику дій ЗПН та обумовили постійне зростання вимог до підрозділів ППО. Аналіз застосовування БПЛА „Bayraktar TB2” у кількох останніх конфліктах підтвердив, що він може виявити танк, самохідну артилерійську установку, зенітний ракетний комплекс (ЗРК) на відстані до 80 км, а радіолокаційна станція ЗРК може виявити „Bayraktar” не далі 7 км. Ефективність оптико-електронної системи БПЛА залежить від ряду факторів, але, ймовірно, він розкриє розташування ЗРК першим і матиме ініціативу. Це підтверджено у Лівії, Сирії, Україні, Нагірному Карабасі. За таких умов ефективно прикрити загальновійськові підрозділи складно.

Пропонується організувати боротьбу з БПЛА кількома способами. Найкращим є їх фізичне знищення. Для цього можна задіяти широкий арсенал засобів. У першу чергу автомати та крупнокаліберні кулемети. Для цього потрібно багато стріляючих і значна витрата боєприпасів. Отже, її слід передбачити і спланувати для боротьби з БПЛА.

Застосування зенітних засобів є більш ефективним, але виникає проблема своєчасного виявлення БПЛА і видачі точного цілевказування. Практичний досвід стрільб свідчить про складність боротьби. Дослідження показали, що можливість ураження тактичних БПЛА мають ЗРК „Тор-М1” і „Оса-АКМ” цілодобово; а зенітний гарматний ракетний комплекс (ЗГРК) „Тунгуска” і ЗРК „Стріла-10М” – у світлий час доби за умови їх оптичної видимості. Комплекси мають

високу ефективність застосування по літаках і вертольотах, але ураження середніх тактичних БПЛА для них є складним, а малорозмірних – дуже складним.

Розрахунки підтвердили, що РЛС бойової машини (БМ) Оса-АКМ” може виявити БПЛА на відстані до 7,4 км. Зважаючи на швидкості польоту БПЛА, розрахунки ЗРК матимуть час на проведення передпускових операцій і обстріл цілі при відсутності протидії з їх боку. ЗРК „Стріла-10М” може уражати БПЛА вдень. Можливість стрільби визначається дальністю виявлення цілі оператором і захоплення її голівкою самонаведення (ГСН) ракети. Дальність виявлення БПЛА оператором - 1,3-4,5 км. Тобто, обстріл можливий. У районі ближньої межі зони ураження ракети ймовірність ураження БПЛА „Форпост” 0,3-0,5, БПЛА „Тахіон” 0,2-0,4.

Стрільба переносного зенітного ракетного комплексу (ПЗРК) „Ігла” по БПЛА буде складною. Своєчасне виявлення і пуск ракети по такій цілі для стрільця-зенітника ускладнюється швидкою зоровою втомою, низьким рівнем акустичного шуму двигуна БПЛА, малим часом на аналіз огляду повітряного простору. Навіть якщо БПЛА вдалося виявити, ГСН ракети може не захопити ціль - теплова контрастність БПЛА з поршневим двигуном нижче порогової чутливості приймача ГСН. Крім того, ПЗРК „Ігла” не має системи дистанційного підриву бойової частини ракети, що не дасть змогу уразити ціль у разі незначного промаху. Деяко кращий результат показує ПЗРК „Стінгер”, у першу чергу, завдяки наявності фотоконтрастного режиму роботи ГСН.

Стрільба ракетним каналом ЗРК „Тунгуска” практично неможлива. Це обумовлено дальністю виявлення БПЛА в оптичний візор 2-3 км, що майже дорівнює ближній межі зони ураження. Стрільба гарматним каналом можлива, але через малі геометричні розміри цілі її ефективність вкрай низька. При обстрілі БПЛА гарматним озброєнням на дальності 3 км для досягнення ймовірності ураження не нижче 0,5 слід витратити 4000-13000 снарядів, а на дальності 1 км - 500-1500 снарядів. З цієї ж причини стрільба ЗСУ-23-4 не ефективна.

Розрахунки свідчать про можливість знищення БПЛА „Форпост” якщо кут місця цілі не менше 45° при зосередженні вогню батареї зенітними установками ЗУ-23. В усіх інших випадках ефективність стрільби ЗУ-23 дуже низька.

Дослідження можливості виявлення БПЛА засобами ППО та практика боротьби з ними свідчать: виявлення малорозмірних цілей РЛС частин і підрозділів ППО малоефективне, інколи неможливе, навіть в умовах дій без перешкод. Радіолокаційні станції, що мають своєчасно забезпечувати підрозділи ППО інформацією про координати БПЛА, з завданням не справляються. Тому стрільбу (пуски ракет) доцільно вести на основі попереднього цілерозподілу та раніше відданих вказівок. Складним є розпізнавання БПЛА, особливо в нічний час. Радіолокаційну розвідку слід доповнити використанням пасивних радіопеленгаторів ЗРК “Стріла-10” і ПЗРК. Для ведення візуальної розвідки слід залучати оптичні засоби (біноклі, телевізійно-оптичні візирі). Для підсилення розвідки розгорнути широку мережу постів візуального спостереження (спостерігачів) у районах розташування підрозділів, визначити та довести до особового складу порядок дій при виявленні БПЛА.

Карабаський конфлікт і російсько-українська війна підтвердили, що обов’язковою умовою ефективної боротьби з БПЛА є наявність мобільних вогневих груп (МВГ) у складі різнотипних засобів ППО і засобів безпосереднього прикриття. До них доцільно включати БМ „Оса-АКМ” („Стріла-10”) або відділення ПЗРК, обслугу ЗУ-23 (ЗСУ 23-4), гранатометників, стрільків і снайперів. Вогневі можливості озброєння, оптимально розташованого на місцевості та транспортних засобах, дозволять ефективно знищувати повітряного противника, у тому числі БПЛА. Застосування МВГ сприяє знищенню БПЛА за рахунок використання різнотипного озброєння, мобільності, гнучкості управління та фактору раптовості для ворога.

Доцільним у таких умовах є продуманий комплекс заходів, які дозволять спростити боротьбу з БПЛА, підвищити її ефективність. Для цього пропонується:

- обмежити використання мобільного зв’язку, GPS-пристроїв, суворо контролювати дотримання встановлених обмежень;
- збиті БПЛА доставляти у визначене командиром місце;
- наситити передній край засобами радіоелектронної боротьби, які будуть прицільно ставити перешкоди БПЛА та придушувати його канали управління;
- розвивати способи збереження живучості засобів ППО в умовах радіоелектронних завад і вогневого впливу противника, цілеспрямовано навчати розрахунки діям і тренувати їх;
- включати РЛС (зенітні комплекси) на короткий час;

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

- тренувати розрахунки у здійсненні прихованого маневру на запасні позиції та стрільбу „із засад”, супроводжуючи їх маскуванню димами для виходу з-під можливого удару повітряного противника;

- перехоплювати розвідувальну інформацію, яку БПЛА передає на пункт управління;

- залучати ПЗРК і ЗУ-23 для знищення БПЛА з тимчасових позицій;

- розкласти шматки скла, уламків дзеркал, інших невеликих світловідбиваючих поверхонь на дахах споруд, автомобілів для введення в оману операторів БПЛА противника;

- проводити комплексне маскування позицій і введення противника в оману, широко використовуючи маскувальні сітки, маски, одягнені у військову форму манекени, макети озброєння і військової техніки по 1-2 (і більше) на одиницю озброєння; мати штатні промислово виготовлені пристрої імітації роботи двигунів і кутові відбивачі;

- контролювати достовірність маскування власними засобами, виключити маскування позицій для „краси”, коли бруствер покривають зеленим дерном, з іншої місцевості.

Отримані результати підтверджують, що боротьба з БПЛА можлива, її ефективність можна значно підвищити у разі комплексного використання сил і засобів у поєднанні з продуманими тактичними прийомами та організаційно-технічними заходами. Вище описані та інші заходи слід аналізувати та використовувати у ході бойової підготовки та злагодження підрозділів, тренувати на навчаннях і творчо застосовувати у бойовій обстановці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Корсунов С.І., Волков А.Ф., Оборонов М.І. Трансформація завдань безпілотної авіації: від створення до застосування у воєнних конфліктах сучасності. Наука і техніка ПС ЗС України. 2021. № 3(44). С. 66-81. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.08>.

2. После карабахского конфликта все говорят о «революции дронов». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://meduza.io/feature/2020/11/19/posle-karabahskogo-konflikta-vse-govoryat-o-revoljutsii-dronov>.

3. Корсунов С.І., Лезік О.В., Галкін Ю.О. Аналіз застосування угруповання ПКС РФ у САР. ЗНП ХНУПС. 2020. № 4(66). С. 7-18. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.66.01>.

4. Волков А.Ф., Лезік О.В., Корсунов С.І., Левагін Г.А., Яновський О.В., Івахненко К.В. Аналіз застосування БПЛА у вірмено-азербайджанському воєнному конфлікті та можливі шляхи боротьби з ними. СОІВТ. 2020. № 4(64). С. 7-17. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.64.01>.

5. Безпілотна авіація у військовій справі: кол. монографія/С.П. Мосов, М.В. Погорецький, С.М.Салій, О.В.Селюков, А.Л.Фещенко; за ред. проф. С.П.Мосова. – Київ: Інтерсервіс, 2019. – 324 с.

6. Беспилотники Турции. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://robotrends.ru/robotpedia/bespilotniki-turcii>.

7. Переверено війною: успішна тактика турецького БПЛА Bayraktar TB2, яку може застосувати Україна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://defence-ua.com/minds-and-ideas/perevireno-vijnoju-uspishni-taktichni-prijomi-zastosuvannja-turetsogo-bpla-bayraktar-tb2-jaki-maje-perejnjati-ukrajina-2548>.

Корсунов Сергій Іванович – доцент кафедри тактики військ ППО СВ Харківського національного університету Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків. slkd@ukr.net.

Пішохан Олександр Олександрович – курсант Харківського національного університету Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків.

Korsunov Serhii I. – Docent of the Department of Defense Police Tactics SB of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, slkd@ukr.net.

Pishokhan Oleksandr O. – Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv.

С.І. Смик, А.Ф. Кудрявцев, О.В. Коробецький

ГРУПОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Анотація. У доповіді розглянуті основні критерії ефективного застосування груп безпілотних літальних апаратів (БпЛА), розподіл груп БпЛА по бойовій спеціалізації, принципом побудови бойового порядку та бойовому складу груп. Наведені основні завдання застосування груп БпЛА та об'єкти для реалізації технології групового застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК).

На основі аналізу останніх військових конфліктів вказано ефективність застосування груп БпЛА для подавлення засобів протиповітряної оборони (ППО), завоювання панування в повітрі та ураження засобів озброєння військ противника.

Розглянуті дії, за рахунок яких може досягатися ефективність дій груп БпЛА для подавлення засобів ППО противника з подальшим завоюванням панування в повітрі. Зазначено чинники підвищення ефективності бойових дій частин БпАК у складі груп БпЛА.

Ключові слова: критерії ефективного застосування, групи БпЛА, групове застосування БпЛА, основні завдання застосування, ефективність застосування, чинник підвищення ефективності.

Abstract. The report discusses the main criteria for the effective use of groups of unmanned aerial vehicles (UAVs), the distribution of groups of UAVs by combat specialization, the principle of building the order of battle and the combat composition of groups. The main tasks of the application of groups of unmanned aerial vehicles and objects for the implementation of the technology of group application of unmanned aerial systems (UAVs) are given.

On the basis of the analysis of recent military conflicts, the effectiveness of the use of UAV groups for suppressing air defense means, gaining dominance in the air and defeating the weapons of the enemy's troops is indicated.

The considered actions, due to which the effectiveness of the actions of UAV groups can be achieved to suppress the enemy's anti-aircraft means and further gain dominance in the air.

The factors of increasing the effectiveness of combat operations of BpAK units as part of BpLA groups are indicated.

Keywords: criteria for effective application, groups of UAVs, group application of UAVs, main tasks of application, efficiency of application, factor of increasing efficiency.

Розробка теоретичних основ групового застосування БпЛА є логічним продовженням ідей бойової спеціалізації БпЛА в групі, можливості досягнення необхідних результатів малими витратами сил і засобів та підвищення ефективності дій частин та підрозділів БпАК в цілому. Виходячи з цього, основними критеріями ефективного застосування груп БпЛА можуть бути:

– мінімальні витрати часу на виконання поставленого цільового завдання з використанням БпЛА;

– максимальне значення ймовірності успішного виконання цільового завдання;

– мінімальне число БпЛА, що застосовувались в операції (бойових діях).

По бойовій спеціалізації в групі БпЛА можуть бути:

– цільовими: ударними, розвідувальними, винищувальними і так далі;

– багатоцільовими: розвідувально-ударними, винищувально-ударними і т. п.

Групи БпЛА за принципом побудови бойового порядку можуть бути:

– впорядкованими (згряя, рій): бойовий порядок будується на основі алгоритму управління групою, який реалізується всередині групи або по командах з наземного (повітряного) ПУ. Такий бойовий порядок вимагає наявності мережі зв'язку не лише “оператор-БпЛА”, а також “БпЛА-БпЛА”;

– невпорядкованими: бойовий порядок визначається послідовністю старту БпЛА та індивідуальними алгоритмами функціонування та програмою польоту кожного апарату.

Впорядковані групи можуть бути:

- автономними – після старту БпЛА реалізують свій (заданий при старті або сформований в процесі польоту) алгоритм функціонування;
- пов’язаними - після старту реалізується алгоритм, який формується та контролюється ззовні (з наземного або повітряного ПУ).

По бойовому складу групи БпЛА можуть бути:

а) однорідними: до складу такої групи входять БпЛА одного типу та однакового функціонального призначення, що виконують одне загальне завдання, наприклад пошуку (ураження) об’єктів противника в заданому районі. Підвищення ефективності такої групи БпЛА може бути досягнуте за рахунок:

1) використання різного корисного навантаження (засобів ведення розвідки або авіаційних засобів ураження, заснованих на використанні різних фізичних принципів);

2) багатократного дублювання функцій та бойової спеціалізації окремих БпЛА в групі;

3) побудови раціонального бойового порядку з відповідними параметрами (інтервалами та дистанціями між БпЛА) для охоплення більшої площі району дій та зменшення часу пошуку (ураження) об’єктів;

б) неоднорідними: до складу групи входять БпЛА різного типу і функціонального призначення, наприклад для ведення оптико-електронної (радіолокаційної) розвідки та виконання ударних завдань. Такі БпЛА повинні мати на борту засоби обробки інформації, зв’язку і передачі даних, а також лінії зв’язку між собою.

Відповідно, однорідні та неоднорідні групи БпЛА можуть бути як впорядкованими та діяти у складі зграї (рою) з використанням ройового або мультиагентного методу управління, так і неврегульованими та діяти самостійно з використанням індивідуальних алгоритмів управління та програм польоту кожного БпЛА.

На сьогодні у ЗС України можна використовувати тільки неврегульовані групи БпЛА як однорідного, так і неоднорідного складу з можливістю координації їх дій з наземних пунктів управління.

Аналіз останніх військових конфліктів показав ефективність застосування груп БпЛА для подавлення засобів ППО, завоювання панування в повітрі та ураження основних засобів озброєння сухопутних військ противника. З цього виходить, що у війнах майбутнього можливе масове багатоетапне та багатошарове застосування груп розвідувальних, розвідувально-ударних, а також “БпЛА-камікадзе”, діючих спільно з легкими, недорогими БпЛА. Нині групове застосування БпЛА у вигляді “зграй” або “роїв” використовується у рамках реалізації стратегії сетецентричного управління та активно розвивається. Ефективність дій груп БпЛА для подавлення засобів ППО противника з подальшим завоюванням панування в повітрі може досягатися за рахунок:

– виснаження (витрачення) ресурсів засобів ППО при протидії великої кількості БпЛА в умовах, які перевищують їх бойові можливості;

– маскуванню напряму та засобів завдання основного удару, дезорганізації систем управління, виявлення та цілерозподілення за рахунок відвернення засобів ППО противника на велику кількість другорядних однотипних цілей, які є у групі БпЛА;

– імітації масованого застосування засобів повітряного нападу, формування складної повітряної обстановки.

Основними завданнями застосування груп БпЛА є:

– проведення розвідки (моніторингу) районів наземної та надводної території за мінімальний час;

– підвищення ефективності завдання ударів БпЛА по наземних та надводних цілях;

– здійснення польотів авіаційних хибних цілей для забезпечення максимального рівня розкриття та виснаження засобів ППО противника;

– імітація масованого застосування основних засобів озброєння, формування складної повітряної обстановки;

– створення перешкод та подавлення засобів зв’язку і управління противника на значних територіях;

– підвищення якості навчання та бойової кваліфікації розрахунків засобів ППО та льотчиків-винищувачів шляхом імітації групових нальотів засобів повітряно-космічного

нападу;

– мінімізація часу виконання завдань забезпечення бойових дій групами БпЛА (установка димових та аерозольних завіс, мінування та розмінування місцевості, доставка вантажів і т.п.);

– деморалізація та підрих волі живої сили противника.

Основними об'єктами для реалізації технології групового застосування БпЛА можуть бути:

– малорозмірні БпЛА різного призначення: розвідувальні, ударні, постановники перешкод, імітаційні і так далі;

– ударні авіаційні засоби ураження типу плануючих авіаційних бомб та керованих ракет;

– перспективні автономні БпЛА різного призначення.

Важливим чинником підвищення ефективності застосування груп БпЛА є наявність в контурі управління людини, якій притаманні об'єктивні фізіологічні обмеження за кількістю одночасно контрольованих параметрів та на швидкість реакції. Залежність якості управління від фізіологічного стану та поточного навантаження на людину (фізичного, інформаційного та психічного) в перспективі приведе до використання штучного інтелекту та повного виключення його з усіх проміжних етапів управління групою БпЛА, залишивши йому дві функції:

– функцію первинного формування програми автономних дій групи БпЛА для реалізації оперативного задуму;

– функцію ухвалення рішення на бойове застосування групи БпЛА.

Таким чином, підвищення ефективності бойових дій частин (підрозділів) БпЛА у складі груп БпЛА може бути досягнуте за рахунок:

– зростання ймовірності виконання цільових завдань шляхом багатократного дублювання функцій та бойової спеціалізації окремих БпЛА в групі;

– ефективного подавлення засобів ППО противника, вкладення основних зусиль у завоювання панування в повітрі;

– одночасного ураження декількох (групи) наземних (надводних) малорозмірних цілей.

Очевидно, що чим вище автономність та неоднорідність групи БпЛА, тим більш складні завдання вона може виконувати. Відповідно, тим більше складним буде її алгоритм функціонування, а також бортовий комплекс управління кожного БпЛА. В найближчому майбутньому, ймовірно, станеться створення автономних змішаних цільових та багатоцільових груп БпЛА. При цьому проміжним етапом еволюції форм застосування БпЛА може розглядатися створення змішаних груп безпілотних та пілотованих ЛА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ростопчин В. В. Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния // Беспилотная авиация 2019. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331772628_Udarnye_bespilotnye летательные аппараты_i_protivovozdusnaa_oborona_-problemy_i_perspektivy_protivostoania.

2. Макаренко С. И., Тимошенко А. В., Васильченко А. С. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 1. С. 109-146. DOI: 10.24411/2410-9916-2020-10105.

3. Противостояние ЗРК “Панцирь-С1” и турецких БпЛА: репетиция войн будущего. Военное обозрение, 14.06.2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://topwar.ru/172126-protivostojanie-zrk-pancir-s1-i-tureckih-bpla-repeticija-vojn-buduschego.html>. Дата доступу 12.07.2022.

4. ЗРГК “Панцирь” против атаки БпЛА: слабые места при варианте слабой обученности экипажей. Военное обозрение. 08.06.2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://topwar.ru/171955-zrpk-pancir-protiv-ataki-bpla-slabye-mesta-pri-variante-slabo-obuchennosti-jekipazhej.html/>. Дата доступу 12.07.2022.

5. Ударные БПЛА изменили ход боевых действий в Сирии и Ливии // Военное обозрение.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

23.06.2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://topwar.ru/172367-udarnye-bpla-izmenili-hod-boevyuh-dejstvij-v-sirii-ilivii.html>. Дата доступу 10.07.2022.

6. Орлов В. “Байрактары” против “Панцирей” // Военно-промышленный курьер. 2020. № 21 (834). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.vpk-news.ru/articles/57318>. Дата доступу 15.07.2022.

7. В Карабахе турецкие Bayraktar TB2 уничтожили советские “Осы” и “Стрелы” // Lenta.ru. 29.09.2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://lenta.ru/news/2020/09/29/bayraktartb2>. Дата доступу 12.07.2022.

8. Макаренко С. И., Иванов М. С. Сетевая война - принципы, технологии, примеры и перспективы. Монография. – СПб.: Научно-технические технологии, 2018. – 898 с.

Смик Сергій Іванович – Кандидат технічних наук. Старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії розвитку та застосування безпілотних авіаційних комплексів науково-дослідного відділу розвитку, підготовки та застосування авіації Повітряних Сил науково-дослідного управління розвитку, застосування та забезпечення авіації Повітряних Сил наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (ХНУПС), 61023, м. Харків-23, вул. Сумська, 77/79. Електронна адреса: tv2117vr8@gmail.com

Кудрявцев Андрій Федорович – Науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку, підготовки та застосування авіації Повітряних Сил науково-дослідного управління розвитку, застосування та забезпечення авіації Повітряних Сил наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (ХНУПС), 61023, м. Харків-23, вул. Сумська, 77/79. Електронна адреса: rapid_2013@ukr.net

Коробецький Олександр Валерійович – Науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку, підготовки та застосування авіації Повітряних Сил науково-дослідного управління розвитку, застосування та забезпечення авіації Повітряних Сил наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (ХНУПС), 61023, м. Харків-23, вул. Сумська, 77/79. Електронна адреса: avtokor@i.ua

Smyk Sergiy Ivanovich – Candidate of technical sciences. Senior researcher of the research laboratory of the development and application of unmanned aircraft complexes of the research department of the development, training and application of Air Force aviation of the research department of the development, application and maintenance of Air Force aviation of the Air Force Research Center of the Kharkiv National University of the Air Force. Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub (KhNUPS), 61023, Kharkiv-23, str. Sumy, 77/79. E-mail address: tv2117vr8@gmail.com

Kudriavtsev Andrii Fedorovich – Scientific employee of the research department of the development, training and application of Air Force aviation of the research department of the development, application and maintenance of Air Force aviation of the Air Force Research Center of the Kharkiv National University of the Air Force. Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub (KhNUPS), 61023, Kharkiv-23, str. Sumy, 77/79. E-mail address: rapid_2013@ukr.net

Korobetskyi Oleksandr Valeryovych – Scientific employee of the research department of the development, training and application of Air Force aviation of the research department of the development, application and maintenance of Air Force aviation of the Air Force Research Center of the Kharkiv National University of the Air Force. Kharkiv National University of the Air Forces named after Ivan Kozhedub (KhNUPS), 61023, Kharkiv-23, str. Sumy, 77/79. E-mail address: avtokor@i.ua

С.П. Ярош, О.В. Філіппенков

ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ОЗБРОЄНИХ ЗРАЗКАМИ ОВТ КРАЇН-ЧЛЕНІВ НАТО

Анотація

В роботі пропонується підхід щодо оцінювання вогневих можливостей підрозділів зенітних ракетних військ озброєних зразками ОВТ країн-членів НАТО за рахунок розрахунку математичного сподівання кількості знищених повітряних цілей з використанням коефіцієнту реалізації вогневих можливостей даних підрозділів ППО.

Ключові слова: вогневі можливості, математичне сподівання кількості знищених цілей, коефіцієнт реалізації вогневих можливостей підрозділів, зенітні ракетні війська.

Abstract

The paper proposes an approach to assessing the fire capabilities of units of anti-aircraft missile forces armed with OVT samples of NATO member countries by calculating the mathematical expectation of the number of destroyed air targets using the coefficient of realization of the fire capabilities of these air defense units.

Keywords: fire capabilities, mathematical expectation of the number of destroyed targets, coefficient of implementation of fire capabilities of units, anti-aircraft missile forces.

Досвід застосування Збройних Сил України в ході ведення війни з Російською Федерацією свідчить, що для прикриття важливих державних об'єктів, об'єктів інфраструктури країни та угруповань військ поряд з існуючим озброєнням застосовується і сучасні зразки ОВТ ППО країн-членів НАТО. Для забезпечення ефективного планування бойового застосування вогневих підрозділів ППО, озброєних зазначеними типами озброєння, проведення за існуючими методиками розрахунку їх вогневих можливостей необхідно визначити значення коефіцієнту реалізації вогневих можливостей даних підрозділів ППО. Для цього необхідно мати значення: $K_{вчj}$ – коефіцієнту участі j -го вогневого підрозділу ППО у відбитті удару; $K_{б.гj}$ – коефіцієнт боєздатності зенітного ракетного комплексу (ЗРК) j -го вогневого підрозділу ППО; $K_{еф.упрj}$ – коефіцієнт ефективності системи управління j -м вогневим підрозділом ППО; $K_{МВj}$ – коефіцієнт, який враховує вплив малих висот на кількість стрільб j -го вогневого підрозділу ППО та їх ефективність; K_{mj} – коефіцієнт враховує вплив маневру цілей для i -го типу ЗРК. Значення певних з зазначених коефіцієнтів можуть бути визначені шляхом порівняльного аналізу зі значеннями наявних на озброєнні комплексів ($K_{вчj}$, $K_{МВj}$), решти – шляхом порівняльного аналізу з існуючими ЗРК з корегуванням за результатами бойового застосування ($K_{б.гj}$, $K_{еф.упрj}$, K_{mj}).

Наявність цих значень дозволить розрахувати математичне очікування кількості знищених цілей підрозділами ППО озброєних зразками NASAMS, IRIS-T SLM.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єрмошин М. О., Дробаха Г. А. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ: Навчальний посібник. Х.: ХВУ, 2004. 259 с.
2. Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку) : монографія / А. Я. Горопчин, І. О. Кириченко, М. О. Єрмошин та ін. Харків : ХУПС, 2006. 347 с.
3. Ярош С. П., Філіппенков О. В. Удосконалена методика визначення важливості елементів оперативної побудови оперативного угруповання військ. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. 2022. № 2(72). С. 14 — 46.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

4. ATP 3-01.16. Air and Missile Defense Intelligence Preparation of the Battlefield / Department of the Army. Washington, 2016. 90 p.

5. Алиев А. А. Определение боевых возможностей подразделений, частей и объединений / А. А. Алиев // Национальная безопасность и военные науки. – 2018. – № 3(4). – С. 23–31.

Ярош Сергій Петрович - доктор військових наук професор, професор кафедри тактики зенітних ракетних військ Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: syarosh@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-5208-9372>

Філіппенков Олексій Володимирович - ад'юнкт (штатний) науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: alexfilippenkov80@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-4027-6963>

Yarosh Sergiy P. - doctor of Military Sciences Professor Professor of Department Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: syarosh@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-5208-9372>

Filippenkov Alexei V. - post-graduate (full-time) of the scientific and organizational department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: alexfilippenkov80@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-4027-6963>

С.В. Войтків

КОНЦЕПЦІЯ ФОРМУВАННЯ МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЬНИХ ШАСІ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ

Анотація. Розроблена концепція створення модульно-уніфікованих базових шасі колісних транспортних засобів підвищеної прохідності 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 concept of creating modular-unified basic chassis of wheeled vehicles of increased cross-country ability on the basis of the formation of a system of their modular design was developed. The advantages of creating, operating and repairing maximally unified multi-bridge automobile chassis with different wheel formulas, equipped with traction hybrid electric drives of the serial type, are analyzed.

Keywords: All-wheel drive car chassis, wheeled vehicles, modular design of equipment, modular and unified chassis.

Автомобільні шасі підвищеної прохідності з колісними формулами 4x4.1, 6x6.1 та 8x8.1 являються основними базовими шасі для створення транспортних та бойових автомобілів різного призначення. Тому, серед основних напрямків розвитку озброєння та військової техніки довгостроковий період [1] зазначені, зокрема, наступні:

- забезпечення військових частин (підрозділів) сучасними зразками автомобільної техніки різного призначення, створеними на базі уніфікованих зразків із колісними формулами 4x4, 6x6 та 8x8 з підвищеними характеристиками мобільності, прохідності, автономності, економічності та захищеності особового складу;
- розроблення зразків автомобільної техніки з комбінованими (гібридними) силовими установками.

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:

- 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.

Створення базових автомобільних шасі з різними колісними формулами можливе на основі застосування одного з трьох типів тягових приводів:

- механічного, до складу якого входить дизельний двигун внутрішнього згоряння та механічна або автоматична скриня переміни передач (швидкостей);
- гібридного (послідовного, паралельного або комбінованого), до складу якого входять двигуни двох типів – дизельний та електричний (ЕД);
- електричний з тяговим електричним двигуном або двома двигунами у вигляді окремих складових частин або інтегрованих у конструкції тягових мостів.

Аналіз конструкцій сучасних повнопривідних автомобільних шасі показує, що виконання другої умови на основі застосування силових агрегатів з дизельними двигунами та механічного тягового приводу практично не можливе, оскільки допустима конструктивна маса шасі з колісними формулами 4x4.1, 6x6.1 та 8x8.1 становить 5000-35000 кг. Отже, для проектування шасі з наведеними повними масами необхідні керовано-тягові та тягові мости з допустимими навантагами у діапазоні 24,5-85,8 кН. Окрім того, за умови забезпечення однакової питомої

потужності всіх типорозмірів шасі на рівні, наприклад, 15,0 кВт/т, дизельні двигуни повинні мати номінальну потужність від 75,0 кВт до 525 кВт. Зрозуміло, що забезпечити такий широкий діапазон потужностей двигунів навіть одного типорозмірного ряду з різною кількістю циліндрів абсолютно не реально. Адже, наприклад, дизельні двигуни компанії МАН трьох різних моделей покривають наступний діапазон потужностей: чотирициліндровий MAN D0834 LOH з робочим об’ємом 4,6 л – 110-162 кВт, шестициліндровий MAN D0836 LOH (6,9 л) – 184-251 кВт, а теж шестициліндровий MAN D2066 LOH/LUH (10,5 л) – 206-324 кВт.

Створення базових автомобільних шасі, обладнаних електричним тяговим приводом, теж практично не можливе. оскільки вимагає застосування тягових акумуляторних батарей (АКБ) великої енергоємності, яка, до того ж, зростає пропорційно збільшенню їх допустимої повної конструктивної маси що призводить до недопустимого зменшення вантажопідйомності.

Отже, єдино реальним тяговим приводом для створення автомобільних повнопривідних шасі з двома, трьома та чотирма 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 [2], 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 [2]. За необхідності повинно застосовуватися шасі з колісною формулою 10x10.1 з допустимою повною масою до 30000 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.

Застосування послідовного гібридного тягового приводу сприяє мінімізації типорозмірів дизель-генераторних установок (ДГУ), необхідних з умови забезпечення заданої питомої потужності базових шасі з різними допустимими повними масами (табл. 1).

Таблиця 1 – Параметри комплектувальних виробів послідовного тягового приводу

Колісна формула	Допустима повна маса, кг	Питома потужність, кВт/т	Номінальна потужність, кВт		
			дизельного двигуна	генератора	електричних тягових двигунів
4x4.1	12000	15,0	200,0		180,0
6x6.1	18000		300,0		270,0
8x8.1	24000		400,0		360,0
10x10.1	30000		500,0		450,0

Наведені у Табл. 1 номінальні потужності дизельних двигунів та електричних генераторів розраховані з умови застосування однієї ДГУ. Проте, з огляду на підвищення надійності колісних шасі видається доцільним застосування двох окремих тягових модулів, обладнаних ДГУ двох типорозмірів – одного з дизельним двигуном потужністю 200,0 кВт і генератором потужністю 180,0 кВт, та одного з дизельним двигуном потужністю 300,0 кВт і генератором 270 кВт. Такі двигуни можуть бути максимально-уніфікованими, як, наприклад, двигуни MAN D2066 LOH/LUH (10,5 л), які забезпечують номінальну потужність у діапазоні 206-324 кВт.

Варто зауважити, що електричний генератор теж може бути однієї моделі, але, щонайменше, у двох модифікаціях. У такому варіанті системи модульного проектування базових повнопривідних автомобільних шасі можлива комплектація ДГУ наведена у табл. 2. передбачає застосування у конструкціях базових шасі з колісними формулами 4x4.1 та 6x6.1 однієї ДГУ, а з колісними формулами 8x8.1 та 10x10.1 – двох ДГУ.

З огляду на розміщення ДГУ на автомобільних шасі можливими видаються наступні варіанти:

- у поздовжній площині (по довжині шасі) – у передній або задній частинах рами шасі;

- у поперечній площині – поперечне розміщення у випадку застосування однієї ДГУ, поздовжнє розміщення при застосуванні двох ДГУ.

Таблиця 2 – Комплектація тягових модулів автомобільних повнопривідних шасі

Колісна формула	Допустима повна маса, кг	Номінальна потужність, кВт		
		дизельного двигуна	генератора	електричних тягових двигунів
4x4.1	12000	200,0	180,0	180,0
6x6.1	18000	300,0	270,0	270,0
8x8.1	24000	2x200,0	2x180,0	360,0
10x10.1	30000	2x250,0	2x225,0	450,0

З метою забезпечення можливості створення і виробництва транспортних та військових автомобілів найрізноманітнішого призначення видається доцільним проектування базових шасі у кількох варіантах за розміщенням ДГУ. Наприклад, для деяких військових автомобілів оптимальною може виявитися компоувальна схема з поздовжнім розміщенням однієї ДГУ у правій частині керовано-тягового модуля з робочим місцем водія (рис. 1).

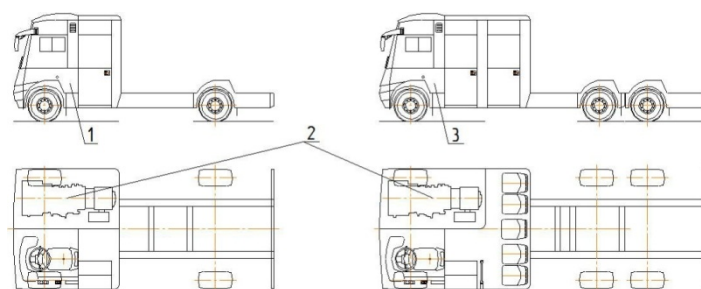


Рис. 1. Схема модульно-блочної уніфікації колісних шасі з дизель-генераторною установкою: 1 – одномісна кабіна водія; 2 – модуль ДГУ; 3 – багатомісна кабіна

Особлива увага при проектуванні базових модулів системи модульного проектування повнопривідних автомобільних шасі повинна бути приділена модулям одномісної та багатомісних кабін вмістимістю два, три, чотири, п'ять та шість службових осіб (включно з водієм) на основі принципів, запропонованих у роботі [2].

З огляду на забезпечення ремонтоздатності, особливо у складних умовах ведення воєнних дій, модулі ДГУ повинні бути спроектовані у вигляді швидкозміняних блоків з допомогою лише автомобільного крану та службового персоналу автомобіля.

Для проектування задніх тягових або й тягово-керованих модулів найоптимальнішим варіантом являється застосування мостів наступних типів:

інтегрально-балкового типу з двома тяговими ЕД та бортовими або колісними двоступеневими редукторами;

розрізного типу з незалежними підвісками одинарних коліс та одним тяговим ЕД, зблокованим з редуктором двоступеневої головної передачі.

Формування інших модулів залежить від їх конкретного функціонального призначення.

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. Система модульного проектування автомобільних шасі з кабіною. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: Матеріали XLIX наук.-техн. конф. підрозділів ВНТУ, 18-29.05.2020 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

Voytkiv Stanislav – Cand. of Science, General Designer, The Deserved Machine Engineer of Ukraine, Scientific and technical Center "Autopoliprom", Lviv, voytkivsv@ukr.net

Ю.В. Самсонов

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ГОТОВНОСТІ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ НГУ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПТРК «СТУГНА-П» У РІЗНИХ УМОВАХ СЛУЖБОВО-БОЙОВОЇ (ОПЕРАТИВНОЇ) ДІЯЛЬНОСТІ

Анотація.

Враховуючи тактико-технічні характеристики комплексу доцільним є розроблення прикладної методики спеціальної фізичної підготовки представників досліджуваної категорії, що забезпечує їхню готовність до застосування ПТРК «Стugna» у різних (екстремальних) умовах службово-бойової (оперативної) діяльності. Головною метою дослідження є розроблення педагогічних умов формування готовності майбутніх офіцерів Національної гвардії України до застосування протитанкового ракетного комплексу «Стugna-П» у різних умовах службово-бойової (оперативної) діяльності.

Ключові слова: Національна гвардія України; службово-бойова (оперативна) діяльність; протитанковий ракетний комплекс; вогнева підготовка, офіцер.

Abstract.

Taking into account the tactical and technical characteristics of the complex, it is advisable to develop an applied method of special physical training of representatives of the studied category, which ensures their readiness for the use of ATGM "Stugna" in various (extreme) conditions of service-combat (operational) activity. The main goal of the study is to develop pedagogical conditions for the formation of the readiness of future officers of the National Guard of Ukraine to use the anti-tank missile complex "Stugna-P" in various conditions of service and combat (operational) activity.

Keywords: National Guard of Ukraine; service-combat (operational) activity; anti-tank missile complex; fire training; officer.

В процесі дослідно-аналітичної роботи були визначені суперечності між:

– наявністю програм підготовки майбутніх офіцерів Національної гвардії України (НГУ) командного напрямку підготовки з вогневої підготовки та недостатньою кількістю практичних занять, що передбачають формування практичних навичок використання сучасних зразків вогнепальної, а також новітніх зразків високоточної зброї у різних умовах службово-бойової (оперативної) діяльності (СБОД);

– достатнім рівнем сформованості теоретичних знань з вогневої підготовки майбутніх офіцерів НГУ (командного напрямку підготовки) та недостатнім рівнем сформованості практичних навичок використання протитанкового ракетного комплексу «Стugna-П» в екстремальних умовах СБОД;

– достатнім рівнем сформованості фізичних якостей (спеціальної фізичної підготовленості) курсантів командного напрямку підготовки Національної академії Національної гвардії України (НАНГУ) та Київського інституту НГУ (КІНГУ), що забезпечують їхню готовність до виконання завдань за призначенням у повсякденній службово-бойовій (оперативній) діяльності та відсутністю прикладних рухових навичок необхідних для успішного застосування протитанкового ракетного комплексу (ПТРК) «Стugna-П» в екстремальних умовах службово-бойової (оперативної) діяльності.

Головною метою дослідження є розроблення педагогічних умов формування готовності майбутніх офіцерів Національної гвардії України до застосування протитанкового ракетного комплексу «Стugna-П» у різних умовах службово-бойової (оперативної) діяльності.

В результаті теоретичного дослідження членами науково-дослідної групи розроблено педагогічні умови формування готовності майбутніх офіцерів Національної гвардії України до застосування протитанкового ракетного комплексу «Стugna-П» у різних умовах службово-бойової (оперативної) діяльності (на прикладі курсантів командного напрямку підготовки Національної академії Національної гвардії України та Київського інституту Національної

гвардії України). Запропоновані педагогічні умови передбачають організацію навчально-тренувального процесу представників досліджуваної категорії упродовж трьох основних блоків (з відповідним навчально-методичним і організаційним наповненням), а саме: діагностично-організаційний, формуючий та контрольний блоки.

Результати теоретичного дослідження впроваджені у систему вогневої підготовки курсантів старших курсів командного напрямку підготовки Національної академії Національної гвардії України, майбутніх офіцерів Національної гвардії України факультету службово-бойової діяльності Національної гвардії України Київського інституту НГУ та курсантів навчального центру НГУ. Перспективи подальших досліджень у обраному напрямі наукової розвідки передбачають проведення апробації розроблених членами науково-дослідної групи педагогічних умов формування готовності майбутніх офіцерів Національної гвардії України до застосування протитанкового ракетного комплексу «Стугна-П» у різних умовах службово-бойової (оперативної) діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моргунов О.А., Ярещенко О.А., Хацаюк О.В. Удосконалення прикладних навичок практичної стрільби в системі професійної освіти Національної поліції України. Честь і закон. 2016. № 1. С. 49–56.

2. Марков О.В., Самсонов Ю.В., Бородін С.В., Шемчук В.А., Атаманенко І.О. Формування професійних компетентностей майбутніх офіцерів різних інституцій сектора безпеки і оборони України в системі вогневої підготовки з використанням сучасних технічних засобів навчання. Інноваційна педагогіка. 2016. № 32 (Т. 2). С. 60–74.

3. Шворов С., Горбачевський С. Методичні засади організації інтенсивної підготовки бойових обслуг КП у навчально-тренувальних центрах повітряних сил. Військова освіта. 2020. № 1 (41). С. 310–317.

4. Самсонов Ю.В., Калюжний М.Г., Лукін Б.П. Педагогічні умови формування готовності майбутніх офіцерів-правоохоронців до бойового застосування переносних зенітно-ракетних комплексів з акцентованим використанням засобів тактичної та спеціальної фізичної підготовки. Актуальні проблеми розвитку службово-прикладних, традиційних та східних одноборств. 2021. № 15. С. 119–123.

5. Самсонов Ю.В., Ярещенко О.А. Сутнісні характеристики, критерії та рівні сформованості готовності майбутніх офіцерів інституцій СБОУ до дій у складі бойових розрахунків ПТРК в системі професійної освіти із використанням засобів СФП. Актуальні проблеми розвитку службово-прикладних, традиційних та східних одноборств. 2021. № 15. С. 49–61.

Самсонов Юрій Віталійович – кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника факультету логістики з навчальної роботи – начальник навчальної частини, Національна академія Національної гвардії України, Харків, yuri1978samsonov@gmail.com

Samsonov Yuri Vitaliyovich – candidate of technical sciences, associate professor, deputy head of the faculty of logistics for academic work - head of the training department, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, yuri1978samsonov@gmail.com

УДК 629.3

Ю.Є. Галайда, А.Ю. Сосик, А.В. Щербина

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ МЕХАНІЗМУ КОРЕГУВАННЯ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ПЕРЕДНЬОПРИВІДНОГО АВТОМОБІЛЯ КАТЕГОРІЇ М1

Анотація

У статті розглянуто питання щодо обґрунтування впровадження системи автоматичного корегування кутів сходження керованих коліс передньопривідних автомобілів категорії М1. Визначені фактори, що впливають на кути встановлення керованих коліс під час руху транспортного засобу. Запропоновано структурну схему корегування кутів сходження під час руху транспортного засобу.

Ключові слова: кут сходження; бічна сила; пасивне регулювання; дорожні умови; режим руху.

Abstract

The article examines the issue of the justification of the introduction of the system of automatic adjustment of the angle of convergence of steered wheels of front-wheel drive cars of the M1 category. Determined factors affecting the angles of installation of steered wheels during the movement of the vehicle. A structural scheme for correcting angles of ascent during vehicle movement is proposed.

Keywords: angle of ascent; lateral force; passive adjustment; road conditions; driving mode.

Покращення активної безпеки сучасних автотранспортних засобів досягається шляхом подальшого розвитку конструкції керуючого колісного модуля.

Процес контактної взаємодії колеса з опорною поверхнею істотно впливає на керованість, стійкість, тягово-швидкісні властивості автомобіля, паливну економічність та довговічність шин. Таким чином, ефективність колісних машин, в цілому, залежить від вибору раціональних параметрів елементів конструкції керуючого колісного модуля.

Метою роботи є покращення експлуатаційних показників передньопривідних легкових автомобілів категорії М1 шляхом впровадження системи автоматичного керування оптимального значення кутів сходження керованих коліс автомобіля з електромеханічним приводом.

Метою роботи є покращення експлуатаційних показників передньопривідних легкових автомобілів категорії М1 шляхом впровадження системи автоматичного керування оптимального значення кутів сходження керованих коліс автомобіля з електромеханічним приводом.

В першу чергу виникає необхідність вирішити питання щодо можливості застосування системи автоматичного корегування кутів встановлення керованих коліс та визначення структурної схеми керування сходженням керованих коліс передньопривідного автомобіля.

Таким чином в роботі визначено:

Об’єкт дослідження – зміна кутів сходження коліс передньопривідного автомобіля категорії М1 в залежності від режимів руху та експлуатаційних факторів.

Предмет дослідження – вплив конструктивних параметрів автомобіля на зміну кутів сходження коліс під час руху автомобіля.

Головною складністю впровадження системи активного корегування кутів встановлення керованих коліс є відсутність розробленого процесу регулювання кутів сходження керованих коліс та працездатних механізмів регулювання кутів сходження під час руху автомобіля.

Треба відмітити необхідність чітко поділяти зовнішні та внутрішні фактори, що впливають на величину кута сходження керованих коліс.

Оскільки вплив зовнішніх факторів на зміну кута сходження є суттєвим, конструкторами були запропоновані кінематичні схеми підвісок автомобіля, які надають можливість компенсувати зменшення кута сходження під час гальмування та при відпрацюванні зазорів в

деталях рульового керування. Деякі конструкції передбачають застосування додаткових шарнірів в підвісці що надають можливість доводити колеса під час гальмування. Загалом за рекомендаціями В.І. Рассохи² та Є.В. Бондаренко³ такі методи об'єднано в пасивні методи регулювання кутів сходження коліс під час зміни режиму руху.

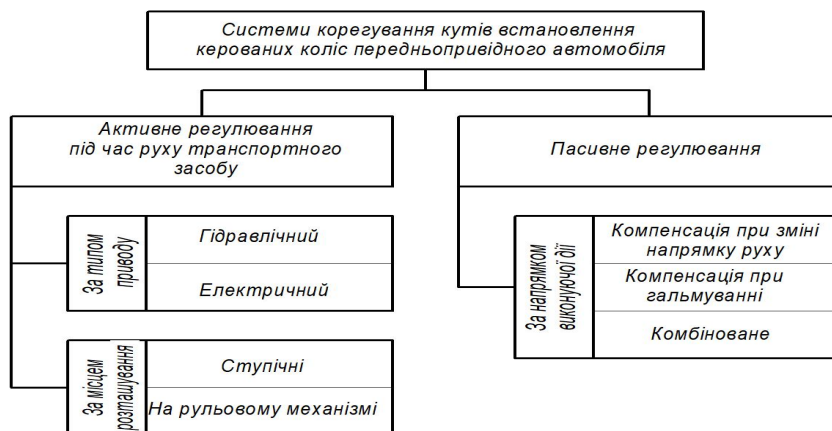


Рисунок 1 Системи корегування кутами встановлення керованих коліс

Найбільш повні фактори, що впливають на кут сходження керованих коліс, наведено схематично на рисунку 2.



Рисунок 2. Фактори що впливають на динамічні кути встановлення керованих коліс під час руху транспортного засобу.

Активні методи компенсації кута сходження керованих коліс на теперішній час не знайшли широкого застосування в серійному автомобілебудуванні.

Якість роботи електромеханічного приводу залежить від точності позиціонування виконавчих органів. Враховуючи те, що P_m залежить від величини лінійного переміщення клину, постає питання визначення її функціональної залежності від обертового моменту двигуна.

Для побудови функціональної залежності приймаємо наступні припущення:

- тертя в підшипниках опор гвинта та «гайки-гвинта» є лінійним;
- не враховуються гіроскопічні сили та сили інерції кулько-гвинтрової передачі (КГП);
- жорсткість гвинта та гайки незмінні;
- не враховуються маси кульок під час визначення моменту інерції механізму.
- тертя на опорному важелі є лінійною величиною.

Лінійне переміщення рульової тяги здійснюється за рахунок перетворення обертального руху в поступальний кульково-гвинтовою передачею.

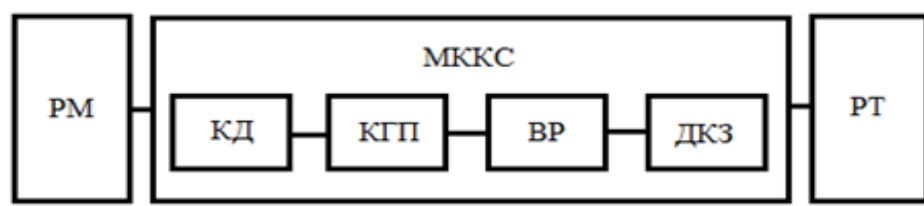


Рисунок 3. Структурна схема системи коригування кутів сходження з електромеханічним приводом: РМ – рульовий механізм, МККС – механізм коригування кутів сходження, РТ – рульові тяги.

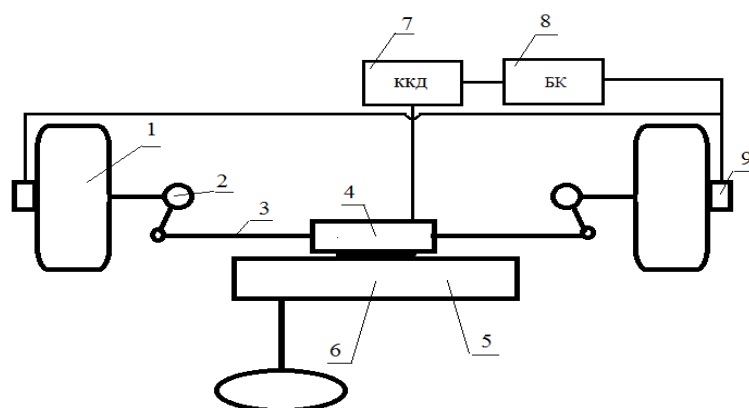


Рисунок 4. Блок-схема САКС автомобіля: 1 – датчик переміщення напівтяги; 2 – поворотний важіль; 3 – поперечна півтяга; 4 – шарнір повороту керованого колеса; 5 – автомобільне колесо; 6 – датчик бічної сили на колесі; 7 – блок управління; 8 – виконавчий механізм; 9 – джерело енергії.

Висновки

1. Проведено аналіз стану питання щодо можливості впровадження механізмів корегування кутів встановлення керованих коліс передньопривідних автомобілів.
2. Запропоновано структурну схему керування сходженням керованих коліс передньопривідного автомобіля.
3. Запропоновано та розроблено конструктивну схему механізму корегування кутів встановлення керованих коліс.
4. Визначено функціональну залежність між моментом на валу приводного двигуна та кутом сходження керованих коліс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Щербина А.В. Вибір та обґрунтування кутів встановлення керованих коліс передньопривідного автомобіля категорії М1 : автореф. дис. ... канд. техн. наук : Київ, 05.22.02. Київ, 2017. 20 с.
2. Рассоха В.И. Система активного регулирования сходжения: место, задачи и реализация в проблеме ресурсосбережения автомобильных шин. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 2, С.154–159.
3. Бондаренко Е.В., Рассоха В.И., Исайчев В.Т. Система автоматического регулирования сходжения управляемых колес автотранспортных средств в движении.

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Галайда Юрій Євгенович — Аспірант транспортного факультету кафедри автомобілів. Національний університет «Запорізька політехніка», urigalaida1021945@gmail.com

Сосик Андрій Юрійович — канд. техн. наук, доцент, керівник відділу перспективних розробок Голдап Польща, andrii.sosik@gmail.com

Щербина Андрій Васильович — канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів. Національний університет «Запорізька політехніка», avshcherbinaav@gmail.com

Galayda Yury Evgenovich — Postgraduate student of the Faculty of Transport, Department of Automobiles. Zaporizhia Polytechnic National University, urigalaida1021945@gmail.com

Andriy Yuriyovych Sosyk — candidate. technical of Sciences, associate professor, head of the department of promising developments of Goldap Poland, andrii.sosik@gmail.com

Shcherbina Andrii Vasiliyovych — candidate. technical of Sciences, associate professor of the automobile department. Zaporizhia Polytechnic National University, avshcherbinaav@gmail.com

Ю.О. Польовий, В.В. Бурцев, В.В. Воронін, А.М. Печкін, І.А. Зарудняк

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ВІТЧИЗНЯНОГО ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗРК С-125М1

Анотація. В доповіді надано пропозиції, щодо глибокої модернізації ЗРК С-125М1 до рівня ЗРК С-125 MRz1. Наведено порядок проведення модернізації засобів комплексу та ЗРК в цілому, та наведено результат підвищення його бойових характеристик.

Ключові слова: зенітний ракетний комплекс, бойова ефективність, перешкодозахищеність та мобільність ЗРК, метод наведення зенітної керованої ракети, час згортання/розгортання комплексу.

Abstract. The report provides proposals for the deep modernization of the S-125M1 anti-aircraft missile system to the level of the S-125 MRz1 anti-aircraft missile system. The procedure for modernization of the complex and anti-aircraft missile system as a whole is given, and the result of improving its combat characteristics is given.

Keywords: anti-aircraft missile system, combat efficiency, jamming resistance and mobility of AAMS, missile guidance method, deployment/folding-up time.

Модернізацією зенітного ракетного комплексу (ЗРК) С-125М1 в нашій державі, займалися декілька підприємств, основним з яких було ТОВ НВП “АЕРОТЕХНІКА – МЛТ (м. Київ) [1]. Дане підприємство більше 15 років займалося даним питанням та досягло певних успіхів [2]. Але їх продукція так і не попала на озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України. Дане підприємство показувало в своїх розрахунках, презентаційних матеріалах, конструкторській документації та модернізованих зразках комплексу значне підвищення його бойових характеристик [3]. Але сталося як сталося.

Метою даної доповіді є привертання уваги, в першу чергу фахівців командування Повітряних Сил ЗС України, до проблематики поповнення бойового складу зенітних ракетних військ за рахунок таких ЗРК, у разі прийняття рішення щодо їх виробництва. Та відповідних фахівців організацій і підприємств промисловості щодо виробництва окремих засобів та ЗРК в межах нашої держави. Вашій увазі надаються пропозиції, як альтернативний варіант модернізації даного комплексу, що створює умови для виробництва вітчизняного ЗРК середньої дальності дії [4]. Глибоку модернізацію ЗРК С-125М1 пропонується провести наступним чином:

перший етап – капітальний ремонт обладнання комплексу, а саме: пускових установок (ПУ) 5П73, антенного посту УНВ, кабельної мережі;

другий етап – модернізація засобів комплексу (5П73, УНВ) за рахунок заміни їх систем та пристроїв на сучасні, з покращеними характеристиками, заміна застарілих засобів, а саме кабін УНК та ДЕС, на нові побудовані на сучасній елементній базі, що забезпечить значне підвищення вогневих можливостей й експлуатаційних характеристик ЗРК до рівня С-125MRz1.

Таким чином створюється практично новий ЗРК з подовженими експлуатаційними властивостями на термін до 10-15 років.

До складу модернізованого ЗРК С-125MRz1 (рис.1) будуть входити наступні бойові засоби:

- антенний пост (УНВ- MRz):
- мобільний пункт бойового управління (ПБУ);
- пускові установки 5П73MRz – до чотирьох одиниць;
- пересувна дизельна електростанція (ДЕС) (рис.2).



Рис.1. Бойові засоби ЗРК С-125MRz1.



Рис.2. Пересувна ДЕС.



Рис.3. Модернізований антенний пост УНВ-MRz.

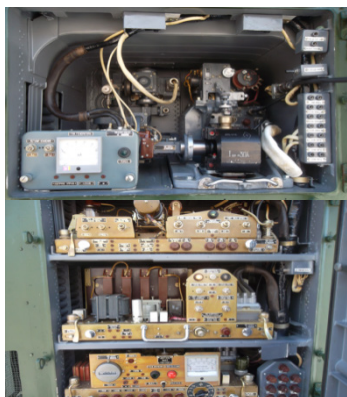


Рис.4. Передавальний пристрій УНВ-MRz.



Рис.5. Мобільний пункт бойового управління.

Пересувна ДЕС забезпечує живлення засобів ЗРК з резервуванням за рахунок застосування двох агрегатів живлення. Додатковий агрегат живлення забезпечує потреби під час несення бойового чергування підрозділом.

В антенному посту (УНВ-MRz) (рис.3) модернізації підлягають наступні системи та пристрої: приймальні пристрої каналів цілей та ракет, радіопередавач команд, приводи наведення на ціль за азимутом і кутом місця, телевізійно-оптичний канал. За результатами модернізації на УНВ стали вирішуватися завдання, що раніше вирішувалися у складі СНР, або в кабіні УНК ЗРК С-125M1:

- виявлення цілей та визначення координат і параметрів руху цілей, що супроводжуються в радіолокаційному та телевізійно-оптичному каналах;
- контроль наведення та вироблення команд керування польотом ЗРК;
- захист від активних та пасивних перешкод;
- формування імітованих сигналів цілей та ракет, активних і пасивних перешкод з заданими параметрами для забезпечення налаштування та перевірки працездатності апаратури ЗРК і проведення тренувань бойових обслуг.

Єдиний пристрій, який не модернізується в рамках даного етапу - передавальний пристрій (рис.4). На апаратурі передавального пристрою проводяться роботи з повної заміни кабельних джгутів на нові, заміна несправних та підозрілих радіоелементів, ремонт монтажу на платах. Це, на думку авторів, призведе до відновлення ресурсу даної апаратури та підвищення її експлуатаційної та технічної надійності. Таким чином, за результатами модернізації, антенний пост УНВ-MRz стає більш самостійним радіолокатором за завданнями, що ним виконуються.

Мобільний пункт бойового управління (ПБУ) (рис. 5) замінює кабінку УНК зі складу ЗРК С-125M1. ПБУ призначений для управління режимами роботи УНВ-MRz, вибору цілей для обстрілу за даними, що надходять від зовнішніх джерел інформації та цілей, що супроводжуються за даними УНВ, обстріл відібраних за заданим критерієм цілей, керування стартом та контроль наведення ЗРК. Апаратура ПБУ розміщується всередині кузова-фургону на базі самохідного автомобільного шасі підвищеної прохідності КрАЗ-63221.

Основні технічні характеристики ПБУ наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики ПБУ

№п/п	Технічна характеристика	Кількість/одиниця виміру
1	Кількість цілей, що супроводжуються за даними зовнішніх джерел інформації	до 150
2	Кількість джерел зовнішньої інформації, що підключаються	до 3
3	Частота обміну даними з УНВ-MRz	16 Гц
4	Кількість автоматизованих робочих місць	5
5	Час вмикання	30 с
6	Споживана потужність	не більше 6 кВт

В ПБУ розміщується апаратура автоматизованих робочих місць бойової обслуги комплексу та апаратура зв'язку і спряження з зовнішніми джерелами інформації, звідси здійснюється організація та проведення тренувань бойових обслуг. ПБУ може бути винесений для розміщення за межі бойового порядку підрозділу на відстань до 300м, що значно впливає на життєздатність бойової обслуги.



Рис.6. Пускова установка 5П73MRz.

Модернізована пускова установка (ПУ) 5П73MRz показана на рис.6. Модернізації підлягають електричні силові слідувачі приводи горизонтального та вертикального наведення за рахунок заміни застарілих електромашинних підсилювачів та двигунів на нові синхронні електродвигуни. Окрім того замінюється на нову апаратура стартової автоматики та зв'язку у складі комплексу (рис.7). Таким чином модернізація ЗРК С-125М1 дозволяє досягти (табл. 2):

ефективності ЗРК (за рахунок автоматичного супроводження цілі в діапазоні, підвищення енергетичного що призвело до зменшення похибок координат цілі та ракет і точності наведення ракет при дальності стрільби; удосконаленню наведення ракет для спрямлення наведення та вибору енергетично траєкторій наведення ракет);

- значне покращення процесів етапів бойової роботи обслуги ЗРК;
- підвищення перешкодозахищеності ЗРК;

- підвищення експлуатаційних властивостей комплексу з переведенням радіоелектронної апаратури на нову елементну базу виготовлену на основі сучасних технологій.

Таблиця 2. Порівняльна характеристика ЗРК С-125MRz1 з немодернізованим комплексом.

Основні показники бойових можливостей		ЗРК С-125М1	ЗРК С-125MRz1
Границі зони ураження комплексу, км			
Дальність	максимальна	18	24
	мінімальна	3,5	3,5
Висота	максимальна	16	18
	мінімальна	0,2	0,2
Курсовий параметр	максимальний	11	16,5
Максимальна швидкість цілі, що обстрілюється, м/с	на зустріч	560	700
	вдогін	300	300
Мінімальна ефективна поверхня (ЕПВ) цілі, що обстрілюється, м ²		0,5	0,2
Кількість одночасно цілей, що обстрілюються		1	1
Метод наведення ЗРК		трьох точок, половинного спрямлення	трьох точок, адаптивного спрямлення траєкторії пропорційної навігації
Імовірність ураження цілі: тактичний винищувач крилата ракета		0,7	0,8
		0,48	0,6
Час згорання/розгортання, год.		до 1,5	до 1



Рис.7. Механізм вертикального наведення та апаратура стартової автоматики ПУ

- підвищення бойової введення режиму оптичному потенціалу СНР, вимірювання підвищенню збільшенні системи і методів траєкторій вигідних

автоматизації

Висновки:

1. Модернізований ЗПК С-125MRz1 забезпечить ефективне знищення малорозмірних цілей, що діють на малих висотах та в умовах високої інтенсивності активних і пасивних перешкод.

2. Модернізований ЗПК С-125MRz1 забезпечує підґрунтя для створення вітчизняного ЗПК середньої дальності дії шляхом введення до його складу та інтеграції каналу самонаведення і модернізації ЗПК 5В27 різних модифікацій апаратурою головок самонаведення.

3. Для проведення модернізації ЗПК С-125М1 до рівня С-125MRz1 та інших рівнів, в Україні є всі необхідні підприємства промисловості, конструкторські бюро, приватні компанії, наукові центри та ВВНЗ, які можуть бути залученими до виконання визначених завдань. Основне завдання держави – залучити їх до концерну чи іншого об'єднання, у тому числі тимчасового, та визначити головну організацію, що буде відповідати за проведення робіт.

4. Виходячи з наявного досвіду така модернізація може бути здійснена в термін до 1,5 року з майбутнім виробництвом до 8 комплексів на рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ганин С. Система-125 / С. Ганин [и др.] // Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра. - 2003. -№ 8. - С. 8-14.

2. Є.Лисенко «Зенитный ракетный комплекс С-125-2Д «Печора-2Д»». <https://enovosty.com/author/helen>.

3. Бурковский С. И. Сравнительная оценка эффективности зарубежных вариантов модернизации ЗПК С-125М1 "Печора-М1" при решении задач ПВО принципиальных от государственных объектов Украины / С. И. Бурковский, П. Ю. Седышев // Системы вооружения и военная техника/ Научный журнал. - Х.: ХУПС, 2010. - № 1. - С. 36-44.

4. С. Згурець, В. Бадрак / «Новое дыхание для ЗПК. Перевооружение Эфиопии как классика создания украинского оружия» // Defense Express., Центр исследований армии, конверсии и разоружения. Газета «День», №179, (2019).

Польовий Юрій Олександрович – кандидат технічних наук, директор, приватне акціонерне товариство закритого типу «Рамзай», місто Київ, ramzay@ramzay.com

Бурцев Валерій Вікторович – кандидат технічних наук, професор, професор кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, місто Харків, burval0@gmail.com

Воронін Віктор Валерійович – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, місто Харків, vvv090766@ukr.net

Печкін Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного управління Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, місто Харків, andrnic28@gmail.com

Зарудняк Ігор Анатолійович – головний спеціаліст управління територіальної оборони обласної військової адміністрації, місто Вінниця, zarud.1960@ukr.net

Yuriy Pol'ovyy – PhD in Engineering, Director, Private Joint Stock Company «Ramzay», Kyiv, ramzay@ramzay.com

Valeriy Burtsev – PhD in Engineering, Professor, Professor of the department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, burval0@gmail.com

Viktor Voronin – PhD in Engineering, Docent, Senior Scientific Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, vvv090766@ukr.net

Andriy Peckin – PhD in Engineering, Senior Scientific Researcher, Head of the Scientific Research department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, andrnic28@gmail.com

Igor Zarudnyak – Chief Specialist of the Department of Territorial Defense of the Regional Military Administration, Vinnytsia, zarud.1960@ukr.net

Ю.Ф. Кучеренко, С.М. Власік, О.О. Олексенко, В.В. Сніцаренко

ЗРОСТАННЯ РОЛІ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ СКЛАДОВИХ СИЛ ОБОРОНИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ З БОКУ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

***Анотація.** У доповіді розглянуто зростання ролі інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності складових Сил оборони України.*

Ключові слова: управління, боротьба, процес.

***Abstract.** The report examines the growing role of information and analytical support for the activities of the components of the Defense Forces of Ukraine.*

Keywords: management, struggle, process.

На сучасному етапі розбудови силових структур держави, які виконують сумісно свої завдання у складі основних складових Сил оборони держави (Збройні Сили України, Національна Гвардія України, Національна поліція України, Служба безпеки України, Державна прикордонна служба та інші) щодо захисту територіальної цілісності України від російської федерації (РФ), яка здійснює повномасштабну збройну агресію, а також проводить інформаційні (психологічні) операції в інформаційній сфері нашої країни, необхідно, щоб їх компоненти (частини, підрозділи, різні за складом бойові групи), що входять до складу міжвидових угруповань військ (МУ) об'єднаних сил були поєднані єдиним командно-інформаційним простором (ЄКІП) в зоні ведення бойових дій. Використання всіх можливостей ЄКІП починаючи від командування та органів управління об'єднаних сил всіх рівнів управління і закінчуючи екіпажем (засобом) та окремим бійцем на полі бою забезпечує формування повної усвідомленості про дії противника у відповідній зоні відповідальності і на цій основі забезпечується відповідна перевага у діях певних сил і засобів на полі бою [1].

На сьогодні ми можемо спостерігати той факт, що поступово відбувається процес зміщення акценту ведення збройної боротьби у інформаційну сферу, з метою завоювання та утримання інформаційної переваги над противником за рахунок ведення жорсткого інформаційного протистояння за основними напрямками: боротьба з державними та військовими системами управління противника; боротьба в інформаційному просторі (медіа просторі, електронними державними ресурсами, internet ресурсами); проведення психологічних операцій; здійснення кібернетичних атак на об'єкти інформаційного впливу і стає не менш важливою за боротьбу між військами на полі бою (повітряному просторі (на землі, у морі)).

За таких умов, в подальшому слід очікувати, що роль інформаційно-аналітичного забезпечення (ІАЗ) діяльності керівництва об'єднаних сил і органів управління усіх компонентів МУ (до складу якого входять міжвидові та міжродові підрозділи, окремі бойові групи складових Сил оборони і інші формування) буде тільки збільшуватись і стане надзвичайно важливим фактором успішного реагування військ і сил всіх складових Сил оборони на усі виклики та загрози, що відбуваються у повітряному просторі, на землі, у морі, інформаційному просторі (кіберпросторі) нашої країни під час ведення жорсткої повномасштабної війни з агресором (військами РФ).

Інформаційно-аналітичне забезпечення, як основна складова процесу підготовки і управління військами та засобами складових Сил оборони визначається функціонуванням великої кількості інформаційних засобів і в першу чергу розвідувальних, а також застосуванням певних інформаційно-аналітичних систем, в яких вирішуються певні інформаційні, розрахункові, аналітичні, оперативні-тактичні задачі та моделі, які полегшують виконання функціональних завдань керівному складу (органам управління) всіх ланок управління МУ об'єднаних сил [2]. Основними цілями в рамках виконання процесу ІАЗ компонентів МУ об'єднаних сил можливо виділити наступні: забезпечення безперервного

наповнення інформаційних ресурсів штабів частин (підрозділів, бойових груп) всіх складових сил оборони достовірною та своєчасною інформацією, необхідною для її використання в процесі підготовки до бойових дій та в процесі їх ведення; забезпечення аналітичної (інтелектуальної) обробки отриманої інформації та її сортування за відповідними ознаками для оцінки обстановки та прийняття відповідних обґрунтованих управлінських рішень керівництвом (органам управління) щодо застосування різних (в тому числі і спеціальних) підрозділів складових сил оборони; забезпечення процесу автоматизації виконання функцій керівництва (органів управління) для скорочення загального терміну циклів управління військами (засобами) різних формувань (підрозділів) складових сил оборони при їх застосуванні в бойових діях; забезпечення розмежування доступу до інформаційних ресурсів штабів частин (підрозділів, бойових груп) МУ об'єднаних сил з боку усіх учасників процесу ІАЗ у відповідності до їх повноважень.

На основі вивчення процесу ІАЗ діяльності складових сил оборони можливо визначити основні напрями вдосконалення ІАЗ діяльності компонентів МУ об'єднаних сил з урахуванням змін, що відбуваються в тактиці їх дій при веденні повномасштабної збройної агресії з боку РФ, в умовах масованого застосування крилатих ракет, безпілотних літальних апаратів, реактивних систем залпового вогню та інших засобів ведення інформаційної (психологічної) операції. До таких напрямів слід віднести:

поліпшення організаційної структури об'єднаних сил і їх МУ та використання нових методів органів управління щодо оцінки обстановки і прийняття рішень на підготовку операцій та ведення бойових дій всіх компонентів складових сил оборони у ЄКП;

розширення переліку, інформаційно-розрахункових (аналітичних, інтелектуальних) задач та моделей, а також їх якості і своєчасності вирішення, з урахуванням розвитку теорії ведення «гібридних» війн, інформаційних та психологічних операцій;

розробка перспективних програмно-технічних комплексів, з забезпеченням інтелектуалізації процесу їх функціонування, для підвищення рівня автоматизації процесу ІАЗ діяльності МУ об'єднаних сил та їх компонентів та створення інтегрованої інформаційно-аналітичної системи об'єднаних сил, що мала б можливість функціонувати з іншими автоматизованими системами управління військами та засобами основних складових сил оборони;

застосування новітніх інформаційних технологій при модернізації засобів збору, обробки, аналізу, зберігання, передачі (прийому) інформації.

Вивчення ролі та напрямків вдосконалення ІАЗ діяльності об'єднаних сил надає можливість поліпшити оперативність в прийнятті обґрунтованих рішень керівництвом (органами управління) різних рівнів управління об'єднаних сил щодо застосування підпорядкованих компонентів та їх засобів складових Сил оборони в різних умовах обстановки ведення повномасштабної війни РФ проти нашої країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пропозиції щодо обґрунтування системи захисту інформації критично важливих об'єктів держави / Ю.Ф. Кучеренко, О.В. Александров, С.М. Власік, І.К. Келлер // Znanstvena misel journal – 2022 – No. 69/ – pp. 32-36.

2. Кучеренко Ю.Ф. Деякі особливості сучасних локальних війн. / Ю.Ф. Кучеренко, О.М. Гузько // Збірник наукових праць ХУПС. - 2008. – № 2(17).- С. 20-23.

Кучеренко Юрій Федорович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, email: kucherenkoYF@gmail.com

Власік Сергій Миколайович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, email: ncps@i.ua

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції “Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки”

Олексенко Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, начальник науково-дослідного управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, email: olexsenko-02@ukr.net

Сніцаренко Віталій Вікторович – начальник науково-дослідного відділу управління наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, email: sniczarenko@ukr.net

Kucherenko Yurii – of technical sciences senior research leading research associate scientific center of air force ivan Kozhedub Kharkiv national air force university, Kharkiv, email: kucherenkoYF@gmail.com

Vlasik Serhii – candidate of technical sciences senior research head of scientific research department of scientific center of air force of ivan Kozhedub Kharkiv national air force university, Kharkiv, email: ncps@i.ua

Oleksenko Oleksandr – candidate of technical sciences head of scientific research department of scientific center of air force of ivan Kozhedub Kharkiv national air force university, Kharkiv, email: olexsenko-02@ukr.net

Snitsarenko Vitalij – head of scientific research department of scientific center of air force of ivan Kozhedub Kharkiv national air force university, Kharkiv, email: sniczarenko@ukr.net

*Електронне наукове видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

Матеріали

II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції

**«Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту
зразків озброєння та військової техніки»**

17-18 листопада 2022 року

Збірник наукових праць

Підписано до видання 05.12.2022 р.
Гарнітура Times New Roman.
Обсяг 7,85 Мб. Зам. № P2022-092

Видавець – Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. +380 432 65-18-06.

press.vntu.edu.ua;

email: irvc.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 31.07.2012 р.