



м. Вінниця,  
Україна

13-14 квітня 2023 р.

# МАТЕРІАЛ

*XI Міжнародної науково-технічної  
інтернет-конференції «Проблеми та перспективи  
розвитку автомобільного транспорту»*

# MATERIALS

*of the XIth International scientific and technical  
internet conference «Problems and prospects  
of development of automobile transport»*

April 13-14, 2023

Vinnitsia,  
Ukraine



**Міністерство освіти і науки України**  
**Вінницький національний технічний університет (м. Вінниця, Україна)**  
**Державний університет «Житомирська політехніка» (м. Житомир, Україна)**  
**Луцький національний технічний університет(м. Луцьк, Україна)**  
**Технічний університет Дрездена (м. Дрезден, Німеччина)**  
**Університет Вітовта Великого (м. Каунас, Литва)**  
**Технічний університет ім. Георгія Асакі (м. Ясси, Румунія)**  
**Департамент транспорту та міської мобільності Вінницької міської ради**

**МАТЕРІАЛИ**  
**XI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ**  
**ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**  
**АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ»**  
**13-14 квітня 2023 р.**

**MATERIALS**  
**OF THE XIth INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL**  
**INTERNET-CONFERENCE**  
**«PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF**  
**AUTOMOBILE TRANSPORT»**  
**April 13-14, 2023**

**Вінниця**  
**ВНТУ**  
**2023**

**УДК 629.3**  
**М34**

*Відповідальні за випуск:*

**С. В. Цимбал**, кандидат технічних наук, доцент  
**В. А. Кашканов**, кандидат технічних наук, доцент  
**Д. В. Борисюк**, кандидат технічних наук

*Рецензенти:*

**А. А. Кашканов**, доктор технічних наук, професор  
**А. П. Поляков**, доктор технічних наук, професор  
**В. А. Макаров**, доктор технічних наук, професор

**Матеріали** XI Міжнародної науково-технічної інтернет-М34 конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2023 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – 366 с.

ISBN 978-966-641-929-6

Збірник містить Матеріали XI Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту» за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні технології, логістика, організація і безпека руху; сучасні технології організації та управління на транспорті; системотехніка і діагностика транспортних машин; стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

**УДК 629.3**

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 978-966-641-929-6**

© Вінницький національний технічний університет,  
укладання, оформлення, 2023

## ЗМІСТ (CONTENTS)

<b>Borysiuk D.</b> THE ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF KRAZ MILITARY PLATFORM TRUCKS	<b>11</b>
<b>Puzikova V.</b> PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP (PPP) IN UKRAINE AND IN JSC «UKRZALIZNYTSIA» (UZ)	<b>14</b>
<b>Ragulskis K., Pauliukas A., Paškevičius P., Spruogis B., Matuliauskas A., Mištinas V., Ragulskis L., Kuzhel V., Galushchak O.</b> INVESTIGATION OF DYNAMICS OF THE PIPE ROBOT WITH IMPACTS	<b>18</b>
<b>Аль-Амморі А. Н., Іщенко Р. М., Ісаєнко Г. Л., Клочан А. Є.</b> ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ЗАПАСУ ХОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ	<b>23</b>
<b>Балицький О. І., Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р.</b> ДЕЯКІ ПІДХОДИ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ, РІЗАННЯ, КОРОЗІЇ ТА ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНЯХ ДЕТАЛЕЙ	<b>27</b>
<b>Бас К. М., Єрісов М. М., Сакно О. Р.</b> ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ELESTUDE ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ЕЛЕКТРОННОГО ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ	<b>31</b>
<b>Бережна Н. Г., Волкова Т. В.</b> МІСЦЕ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛЯ В УКРАЇНСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ	<b>33</b>
<b>Бережняк І. А., Дорошук В. О.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В УМОВАХ МІСТА	<b>36</b>
<b>Бикадорова Н. О., Бурдун В. В., Сидоренко Р. С.</b> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ТРАНСПОРТІ	<b>38</b>
<b>Біліченко В. В., Цимбал О. В., Андрощук В. Д.</b> ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ МІСЬКИМ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА КРИТЕРІЯМИ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ	<b>43</b>
<b>Богдан А. П., Мурований І. С.</b> ВИКОРИСТАННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ЗАХОДІВ ПРИ ПІДВИЩЕННІ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ	<b>47</b>
<b>Борисюк Д. В., Зелінський В. Й., Король Б. Р., Прибега О. В.</b> ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ	<b>50</b>

<i>Борисюк Д. В., Зелінський В. Й., Сметанюк Д. О.</i> МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ	<b>54</b>
<i>Бурдун В. В., Бикадорова Н. О., Хорошевський О. О.</i> ПРИКЛАД ЗАМІНИ РЕМЕНЯ ГРМ НА АВТОМОБІЛІ FOFD ESCORT	<b>58</b>
<i>Бурдун В. В., Колесніков В. О.</i> СУЧАСНИЙ НАУКОВИЙ СТАН ТА ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДЛЯ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТРИБОЛОГІЯ»	<b>63</b>
<i>Великодний Д. О., Дубінецький В. В., Агапоненко М. І., Агапоненко М. О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ ВАНТАЖІВ	<b>67</b>
<i>Верецун А. В., Ануфрієв В. А., Колесніков В. О.</i> ВИСВІТЛЕННЯ ДЕЯКИХ НЕДОЛІКІВ ТА ПЕРЕВАГ ГІБРИДНИХ ТА ВОДНЕВИХ АВТОМОБІЛІВ	<b>71</b>
<i>Віштак І. В., Майданевич Л. О.</i> УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ОСНОВНІ АСПЕКТИ	<b>75</b>
<i>Войтків С. В.</i> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ КАТЕГОРІЇ N1 З КАБІНАМИ ВАГОННОГО ТИПУ	<b>78</b>
<i>Войтків С. В.</i> ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ ТИПУ ОНС-С З КОЛІСНОЮ ФОРМУЛОЮ 6x4.1	<b>82</b>
<i>Войтків С. В.</i> АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИГОТОВЛЕННЯ І ВИПРБУВАНЬ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА	<b>88</b>
<i>Галущак О. О., Галущак А. В., Баранов В. А.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ	<b>92</b>
<i>Галущак О. О., Галущак Д. О., Кузьель В. П., Паулюкас Арвідас</i> ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОБУСІВ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ВИКОРИСТАННЯМ СУМІШІ ПАЛИВ	<b>95</b>
<i>Голенко К. Е., Войчишин Ю. І., Старий А. Л.</i> МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ МОДЕЛЮВАННЯМ ФРОНТАЛЬНОГО УДАРУ	<b>98</b>
<i>Головня М. Д., Мармут І. А.</i> ДО ПИТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ВИТРАТИ ПАЛИВА	<b>102</b>

<i>Голотюк М. В., Голотюк В.</i> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	<b>105</b>
<i>Голуб Д. В., Аулін В. В., Замуренко А. С.</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ АЛГЕБРИ ЛОГІКИ ПРИ ОЦІНЦІ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ	<b>108</b>
<i>Гуменюк О. В., Мельник В. В., Котов Д. О., Клименко В. В.</i> ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ АВТОНОМНОГО РЕЖИМУ РУХУ АВТОМОБІЛЯ	<b>113</b>
<i>Демченко В. А., Лужанська Н. О.</i> АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТІВ МИТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА РЕГІОНАМИ УКРАЇНИ	<b>115</b>
<i>Демчук І. М., Котенко В. І.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	<b>117</b>
<i>Дорощук В. О., Юзюк В. С., Коваль А. В.</i> ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	<b>120</b>
<i>Дудар І. Н., Галіброда В. В., Маципура В. Д.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ	<b>122</b>
<i>Дудукалов Ю. В., Воронков С. В.</i> ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ЗАСОБІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МАШИНОРЕМОНТНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ	<b>124</b>
<i>Дьяченко В. О.</i> СВІТОВИЙ ДОСВІД У ГАЛУЗІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ: МАЛОВИТРАТНІ ТА ШВИДКОРЕАЛІЗОВАНІ ЗАХОДИ	<b>127</b>
<i>Жук Т. І., Мурований І. С.</i> ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ	<b>133</b>
<i>Ільченко А. В.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛООВОГО ВИТРАТОМІРА РІДКИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ	<b>136</b>
<i>Калембет М. В., Слободенюк С. М., Бикадорова Н. О.</i> РОЗГЛЯД ДЕЯКИХ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ДВИГУНІВ У АВТОМОБІЛІВ VOLKSWAGEN PASSAT B5. СТИСЛИЙ ПРИКЛАД РЕМОНТНИХ РОБІТ	<b>139</b>
<i>Кашканов А. А., Капіца А. В., Діордіца В. М.</i> ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД	<b>145</b>

<i>Кашиканов А. А., Пальчевський О. В.</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ДАНИХ В ОЦІНЮВАННІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ	<b>149</b>
<i>Кашиканова А. А.</i> РИЗИКИ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В ПРОБЛЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	<b>153</b>
<i>Кібиш Ю. В., Мурований І. С.</i> АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧО- ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	<b>157</b>
<i>Кіхтан А. В., Крайник Л. В.</i> ФОРМУВАННЯ СХЕМИ ГІБРИДНОГО ПРИВОДУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОТЕХНІКИ ВИСОКОЇ ПРОХІДНОСТІ	<b>161</b>
<i>Коваленко Р. І.</i> РОЗРОБКА ОСНОВНИХ ВИМОГ ДО ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	<b>169</b>
<i>Колесніков В. О.</i> ІНДУСТРІЯ 5.0. ЯК ВОНА ВПЛИНЕ НА ТРАНСПОРТНУ ГАЛУЗЬ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ?	<b>172</b>
<i>Колесніков В. О.</i> СТАЛІ З НАНОСТРУКТУРНИМИ СКЛАДОВИМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ	<b>175</b>
<i>Колесніков В. О., Балицький О. І., Гаврилюк М. Р., Іваськевич Л. М.</i> ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ	<b>179</b>
<i>Корнач А. О., Корнач О. А.</i> ПРИЧІПНІ АВТОБУСНІ ПОЇЗДИ ДЛЯ ВРТ СИСТЕМ	<b>185</b>
<i>Костьян Н. Л., Рудь М. П.</i> ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКИХ ПОТОКІВ	<b>187</b>
<i>Крайник Л. В., Кіхтан А. В.</i> МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ БЕЗДОРІЖЖЯМ АВТОМОБІЛЯ З ГІБРИДНИМ ПРИВОДОМ	<b>191</b>
<i>Красноштан О. М.</i> ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ	<b>193</b>
<i>Красота М. В., Шепеленко І. В., Осін Р. А.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТЕПЛОЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ	<b>197</b>

<i>Кривенко А. О., Лебідь І. Г.</i> РЕСТ-АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	<b>200</b>
<i>Кривошапов С. І., Горбiк Ю. В., Кашканов В. А.</i> ОСОБЛИВОСТІ НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ	<b>203</b>
<i>Кужель В. П., Костенюк В. О.</i> МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ВПРОВАДЖЕННЯМ СИСТЕМ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	<b>206</b>
<i>Лагошна О. О., Ходос О. Г., Губрієнко Д. В.</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВТОРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ	<b>211</b>
<i>Лебідь Є. М.</i> РОЛЬ КОМУНІКАТИВНИХ НАВИЧОК ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	<b>215</b>
<i>Лук'янченко О. Ю., Підгорний М. В.</i> МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АВТОМОБІЛІВ ОПЕРАТИВНИХ СЛУЖБ	<b>218</b>
<i>Манзяк М. О., Хома В. В., Грубель М. Г.</i> ОЦІНКА ПЛАВНОСТІ РУХУ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ БЕЗДОРІЖЖЯ	<b>221</b>
<i>Матвіїшина А. В., Мурований І. С.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	<b>225</b>
<i>Музильов Д. О., Карнаух М. В., Чижова К. С.</i> РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ВЗАЄМОДІЇ ЗБИРАЛЬНО- ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ	<b>228</b>
<i>Наглюк М. І., Павленко В. М., Кужель В. П.</i> ЗМІНА ХАРАКТЕРИСТИК АНТИФРИЗУ У СИСТЕМІ ОХОЛОДЖЕННЯ АВТОБУСА NEOPLAN В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПРОБІГУ	<b>232</b>
<i>Огневий В. О.</i> УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	<b>235</b>
<i>Олішевська В. Є., Олішевський Г. С.</i> ПОТЕНЦІАЛ І КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	<b>237</b>
<i>Осін Р. А., Красота М. В.</i> НЕБЕЗПЕКА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ	<b>242</b>



<i>Пахаренко В., Голотюк М. В., Білотіл М., Яцук О.</i> ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТУ	245
<i>Пережуда М. М., Шумляківський В. П.</i> ВПЛИВ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	248
<i>Перлов В. Є.</i> ТРАНСПОРТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСТ НА ПРИКЛАДІ ВІННИЦІ	251
<i>Пікула М. В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОХВИЛЬОВОГО ЕФЕКТУ В РЕМОНТНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ПРИ ВИКОНАННІ РОЗБИРАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ	255
<i>Погорлецький Д. С., Грицук І. В., Худяков І. В.</i> РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ КРИТЕРІЇВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА ТЗ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	258
<i>Погосян Т. В.</i> ПЕРСПЕКТИВИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА НАНОМАТЕРІАЛІВ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ	262
<i>Поліванов О. Г.</i> ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ЄВРОПІ	265
<i>Половинкин В. І., Половинкина Т.</i> ПРОБЛЕМИ ЛОГІСТИКИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В УКРАЇНІ	268
<i>Поляков А. П., Мороз Л. В.</i> МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ У ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕМОНТНИХ РОБІТ МАШИН СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	271
<i>Прунько І. Б., Войцехівська Т. Й., Федіна Д. О.</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ У ВІДДАЛЕНІ НАСЕЛЕНІ ПУНКТИ ТА ВІДПОЧИНКОВІ ЗОНИ	281
<i>Разумова К. М., Новальська Н. І., Клименко В. В.</i> АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНО- ЕКСПЕДИТОРСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В МАКРОЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ	284
<i>Романець Д. Ю., Гусєва О. В.</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ТА БЕЗПЕКИ РУХУ	288
<i>Рхліб Мохаммед-Амін, Туїхер Айман, Обихвост Р. В., Яговий Д. В., Назаров О. І.</i> ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ДИНАМІКИ ГАЛЬМУВАННЯ ГІБРИДНИХ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ	292

<i>Рябушенко О. В., Далець С. В.</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ ДТП	<b>296</b>
<i>Сакно О. П., Сакно О. Р., Чечельницький А. С.</i> АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВАНТАЖУ НА ТРАНСПОРТІ	<b>302</b>
<i>Свіргун А. В., Макаров В. А.</i> ДО АСПЕКТУ АНАЛІЗУ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ЗМІНИ СТРУКТУРИ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	<b>305</b>
<i>Сергеев Д. С., Бурняшев М. В., Місько А. С., Хомутов Ю. В., Назаров О. І.</i> ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ У ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД	<b>308</b>
<i>Склярів М. В., Кашканов В. А.</i> МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ ГАЛЬМОВОГО ПРИВОДУ ЦИВІЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА БРОНЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ І НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ	<b>312</b>
<i>Смирнов Є. В.</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ НАДДУВУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ	<b>317</b>
<i>Смирнов О. П., Борисенко А. О., Літвінов О. В.</i> ПРОГРАМНО-ВИЗНАЧЕНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	<b>321</b>
<i>Сніжко Л. Л., Височило О. М.</i> СУТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ	<b>326</b>
<i>Стадник О. С.</i> АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ЦІНИ ВЖИВАНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ TESLA MODEL 3 ВІД ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ	<b>331</b>
<i>Хітров І. О.</i> БЕЗПЕЧНІСТЬ ПЕРЕХРЕСТЯ З КРУГОВИМ РУХОМ	<b>334</b>
<i>Хорст Бруннер, Томас Унгер, Макаров В. А.</i> ПРО РОЗВИТОК ПРОГРЕСУ ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОДОРОГАХ НІМЕЧЧИНИ	<b>338</b>
<i>Цимбал С. В., Мельник Р. В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN У ТРАНСПОРТІ ТА ЛОГІСТИЦІ	<b>341</b>
<i>Чернега В. Ю., Мамчур В. В., Макаров В. А.</i> ДО ПИТАННЯ ПОГЛИБЛЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «КОЛЕСО-ДОРОГА»	<b>344</b>

---

*Чуйко С. П., Кравченко О. П.*

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ  
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

**347**

---

*Чуйко С. П., Прохорчук М. В.*

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СЕНСОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

**350**

---

*Шарай С. М., Сахно В. П., Поляков В. М., Рой М. П., Фадєєв М. С.*

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ  
МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ВИБОРУ ВИДУ ТРАНСПОРТУ

**354**

---

*Швець В. В., Галіброда В. В., Сідловський М. І.*

СТАЛА МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ  
МІСТА

**358**

---

*Шльончак І. А.*

ВПЛИВ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ПИТОМІ ВИТРАТИ ПАЛИВА ДИЗЕЛЯ  
DONG FENG

**360**

---

*Шубна А. В.*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

**364**

---

УДК 629.02

*Borysiuk D., c.t.s. (Ph. D. in Eng.)*

## THE ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF KRAZ MILITARY PLATFORM TRUCKS

*Наведений аналіз конструкцій бортових армійських автомобілі КрАЗ. Визначені діапазони їх основних технічних параметрів.*

*The analysis of the constructions of KrAZ military platform trucks is presented. The ranges of their main technical parameters are determined.*

Military trucks KrAZ meet all the requirements imposed on soldiers: strong, tough, reliable and undemanding. An interest from the military is based on high technical and operational characteristics of Ukrainian off-road trucks [1].

Special vehicles have always held an important place in the lineup of Kremenchug Automobile Plant. PJSC «AutoKrAZ» currently manufactures the following special vehicles: platform trucks KrAZ-6322 «Soldier» (6x6) and KrAZ-5233BE «Spetsnaz» (4x4), chassis cabs KrAZ-63221 and KrAZ-6322 (6x6), KrAZ-5233HE (4x4), truck tractors KrAZ-6446 (6x6) and KrAZ T17.1 EX (6x6)).

KrAZ trucks were used in almost all the armed conflicts and wars at the end of 20th and the beginning of 21st centuries. They were in service of Ukrainian Peacekeeping Forces in Sierra Leone, Lebanon, Kosovo, Iraq, Afghanistan and Indonesian Peacekeeping Forces in Sudan.

An experience of service in the armies of various world countries and use during combat operations show that KrAZ trucks tackle tough jobs under the harshest environmental conditions: desert, jungle, mountains. They are reliable workers operating over temperature range from -50 to +65°C; an altitude up to 5 000 m above sea level, water barrier up to 1,5 m and snow cover up to 0,6 are no obstacles for them. For better off-road ability over low bearing capacity soils, the military KrAZ trucks are provided with centralized tyre inflation system [2].

Cab-behind engine design of Kremenchug trucks is a huge advantage on the battlefield, as it provides reliable protection for the crew. Combatants say that mine blast under the vehicle destroys front axle but occupants survive though deafened by explosion. KrAZ hood is called by soldiers «1,5 meters of life» for a reason.

Today's KrAZ trucks are in service with the armies of 36 countries, including Armed Forces of Ukraine, Georgia, Iraq, Egypt, India, Yemen, Angola, Nigeria. They are used for carrying cargoes and personnel, towing artillery systems and trailers with gross weight ranging from 12 to 75 tons, accommodating electronic warfare systems and various combat systems including Multiple Rocket Launch System «BM-21» Grad and Air Defense System C300. They are also used for towing aircrafts with gross weight up to 100 tons.

Today, amid local wars and military conflicts, a need emerged for armored trucks, for this reason, «AutoKrAZ» and its partners proceeded to build vehicles provided with base and additional armor kits.

The family of special platform KrAZ trucks comprises 4WD and 6WD models. Military platform trucks KrAZ are universal soldiers. They are used not only for carrying personnel of military units, Special Forces and UN Peacekeeping Forces, but also for reaching a point of any final destination while towing various equipment and 152-203 mm artillery systems.

The KrAZ-5233BE «Spetsnaz» and KrAZ-6322 «Soldier» were dubbed all-terrain. They provide an excellent cross-country ability, maneuverability and speed even under the harshest environmental conditions. Cab-behind engine design of military vehicles is classics, and here KrAZ truck is well ahead of its counterparts, as 1,5 m long bonnet provides to driver and crew an excellent opportunity to survive mine blast under vehicle wheels.

Unique air cleaning system for engine, wide section tyres with tyre pressure control system and centralized tyre inflation system operated from the driver's cab that allows to adjust tyre pressure while the vehicle is in motion, high clearance, lockable inter-axle and inter-wheel differentials, unique winch that allows pulling vehicle forward, backward or sideways, two fuel tanks with a capacity of 250 l each providing fuel distance of up to 1500 km, starting preheater make up an arsenal that allows this truck to tackle the job on the harshest terrains.

The KrAZ B6.2MEX (fig. 1) cab-over-engine off road platform truck is used for carrying personnel and various cargoes and towing trailers over all kinds of roads and terrains.



Figure 1 - KrAZ B6.2MEX



Figure 2 - KrAZ B12.2MEX



Figure 3 - KrAZ-5233BE «Spetsnaz»



Figure 4 - KrAZ-6322 «Soldier»

The KrAZ B12.2MEX (fig. 2) cab-over-engine off road platform truck is used for carrying personnel and various cargoes and towing trailers over all kinds of roads and terrains.

The KrAZ-5233BE «Spetsnaz» (fig. 3) high mobility tactical vehicle (HMTV) are intended for prompt transportation of personnel of military units, as well as various equipment in the most hostile environmental conditions of all continents.

The KrAZ-6322 «Soldier» (fig. 4) high mobility tactical vehicle are intended for transportation of personnel of military units and various cargoes. It can be used as a ballast prime mover for aircrafts transportation on airfields.

General technical characteristics of KrAZ military platform trucks are presented in table 1.

The analysis of the constructions of KrAZ military platform trucks showed that:

- all KrAZ military platform trucks models are all-wheel drive;
- KrAZ B6.2MEX and KrAZ B12.2MEX cars are offered with single rear axles;
- a MAN F2000 cab is installed on the KrAZ B6.2MEX and KrAZ B12.2MEX cars, which are manufactured under license in China by the Shaanxi company;
- the cabin capacity of all models of electric cars is 3 people.

Table 1 – General technical characteristics of KrAZ military platform trucks

Parameter name	Military truck model			
	KrAZ B6.2MEX	KrAZ B12.2MEX	KrAZ-5233BE «Spetsnaz»	KrAZ-6322 «Soldier»
Configuration	4x4	6x6	4x4	6x6
Truck curb weight, kg	11400	25000	11000	12900
Load carrying capacity, kg	6000	12300	6000	12000
Engine	diesel, turbocharged	diesel, turbocharged	diesel, turbocharged	diesel, turbocharged
Power, h.p.	250...380	300...400	300...400	300...400
Top speed, km/h	85	100	120	100
Tyre	445/65R22,5; 525/70R21	445/65R22,5	525/70R21; 550/75R21	525/70R21
Max. gradient, %	30	58	58	60
Maximum side slope, deg	10,5	12	20	25

Basically, the KrAZ B6.2MEX and KrAZ B12.2MEX cars are hoodless versions of the KrAZ-5233BE «Spetsnaz» and KrAZ-6322 «Soldier», respectively.

#### References

1. Бортові армійські автомобілі «КрАЗ». URL: <http://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produksiya/automobile/military/bortovi-avtomobili> (дата звернення: 10.04.2023).
2. Кисликов В. Ф., Луцик В. В. Будова й експлуатація автомобілів. Київ : Либідь, 2018. 400 с.

**Борисюк Дмитро Вікторович** — канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222, e-mail: [bddv@ukr.net](mailto:bddv@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

**Borysiuk Dmytro** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D. in Eng.), Senior Lecturer of the department of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Voinov-Internationalistov st., 7, room 3222, e-mail: [bddv@ukr.net](mailto:bddv@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

УДК 346.14917000

Puzikova V., Ph.D.

## **PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP (PPP) IN UKRAINE AND IN JSC «UKRZALIZNYTSIA» (UZ)**

*The thesis analyses PPP as a strong instrument of economic development, particularly in the transport sphere. Globalization of the world, increase in demand for exports, in particular food products, production growth have a significant impact on indicators of transport activity. Transport is one of the main links between the economy of every state, including Ukraine. Railways play an important role in the transport system in Ukraine. To achieve its development, it is important to use a new investment instrument, such as a PPP. Rethink on the national level the new approaches to this question, change the legal framework, and implement PPP in the transport sphere, including its corporative forms of it.*

PPP – the equal and mutually beneficial long-term cooperation between the state, municipalities and the private sector within the framework of the implementation of projects aimed at solving important socio-economic needs. In the process of implementation, the resources of the parties are combined with the appropriate distribution of risks, responsibilities, and reimbursements between the parties to mutually beneficial cooperation in the construction and modernization of existing facilities that require investment and use. Using the PPP, the private sector finances the construction of the project, and the reimbursement is made either through a services tax from the authority provided in time or through project revenues or it is a combination of the two concepts. Therefore, it is very important to elaborate an investment analysis (especially, cost-benefit studies) as the initial part of the preparation of a project [1].

The legal basis of the PPP in Ukraine is determined by the following relevant laws:

1) Law- “On public-private partnership”, which formed the legislative basis for cooperation between the public and private sectors to increase competitiveness and attract investment in the Ukrainian economy. The currently available features of public-private partnerships in established in this Law are: creation or reconstruction, capital repair of a specified object of public-private partnership or management of this object; long-term relationship, the contract is concluded for a period of 5 to 50 years; the private partner assumes part of the risks during the implementation of the public-private partnership; attraction of investments of a private partner in the object of the contract. Disadvantages of the law on PPPs: no minimum share in the project of a private financial partner is established, there are no clearly defined mechanisms for the practical implementation of projects, there is no clear motivation and no tax or customs benefits for the private partner, there is no mechanism and motivation for partnership and the involvement of foreign partners.

2) Law- “On Concessions” 2019, which streamlined tender procedures and improved the balance of the responsibilities and increased protections for investors, including the right to select the foreign governing law and to enter into direct agreements. State support can take different forms, including the tax exemption, creation of the supporting infrastructure by the state, facilitation of access to the grid, and granting of preemptive rights to use or own land.

3) Law- “On the State Support of Investment Projects with Significant Investments in Ukraine” 2021, providing for state support to projects. The legislation, connected with PPP and required for the decentralization reform was adopted in early 2015. According to the Law of Ukraine “On voluntary amalgamation of territorial communities,” were formed 23 regions. Of course, decentralization in Ukraine have positive role to transport’s and PPP future that could enable new business models to create and develop [2].

The form of state support for this moment for the implementation of investment projects, particular the Budget Code, the Law of Ukraine on the State Budget is not perfect. In the near term,

budget laws have to be changed to provide long-term budget commitments for PPP projects and to prioritize the availability payments. Tax Ukrainian Code also should be changed according to this and has legislative consolidation of preferential tax treatment for a private partner. Special tax and customs regimes are a common practice of attracting investments in foreign investment legislation. Among the most popular are the reduction of the tax rate, the provision of tax benefits, and exemption from taxation of certain projects. The Tax Code of Ukraine does not establish any benefits for PPP projects, but for the development of PPP and the involvement of private partners to participate in such projects, one can consider the introduction of such tax benefits as reducing customs duties on equipment imports and exemption from income tax at the initial stage of the project implementation.

The draft Innovation Code of Ukraine, which should be adopted, provides for the forms of participation of the territorial community in relations in the innovation sphere, in particular: communal-private partnership, state-communal-private partnership, and others, which should ensure the restoration of the main production funds and infrastructure facilities on the latest innovative basis.

It is worth paying attention to the fact that today no mechanism would regulate the interaction between the state and local authorities, a private partner in Ukraine. Thus, the Ministry of Economic Development and Trade is a specially authorized body for public-private cooperation and partnership. At the same time, the National Agency for Investment and Management of State Ukrainian Projects contributes to the implementation of the state's policy in the field of investment activity, management of state projects within the framework of public-private partnership, local authorities formulate a policy for the development of public-private partnership at the regional level, which causes in some cases duplication of functions and contradictions between authorities.

The forms of such cooperation between the state, municipalities, and private businesses are quite diverse. They depend on the direction of the PPP and on the way of regulating legal relations between partners. Among the forms of PPPs based on contracts, that are represented in Ukraine the following are distinguished: the owner model (service contract), the lease model (lease contract), the leasing model (systematic purchase of the object), and the concession model. Of these forms of PPPs, the concession models the features from other contracts. However, currently, the lease agreement, the subcontract, the concession agreement, nor the mixed form of the agreement covers the complex forms of public-private partnership. The Law of Ukraine on Public-Private Partnership in Ukraine does not establish essential contract terms in the field of PPPs. It is expedient to develop and approve a standard framework agreement called a public-private partnership. It is important to enshrine in the legislation the possibility of participation on the side of the state partner of several persons in it. However, at the same time, it is necessary to combine in such a contract the goals, tasks, principles, mechanisms and tools of the PPP, the components listed above, to provide for such a type of public-municipal-private partnership that will ensure in the field of construction and operation of the typical infrastructure of the transport industry as a whole, and the railway sector, in particular, the following: 1) construction (reconstruction) of special objects - transport and their infrastructure; 2) their further operation, 3) transportation, 4) provision of other public interests, 5) creation of new jobs, 6) increase traffic, etc This law should include also other types of PPP: corporate-type economic organizations, the special legal regime for business entities implementing priority investment and innovation projects and has certain and ways of its implementation.

If a contract form is used, relations between partners will be purely contractual, and attracting additional investments to implement a socially necessary project will be significantly complicated (it is possible to invest in the relevant project only by direct partners). Such a contract is not enough for the creation transport hub and it doesn't cover all relationships between members of it (economic, social, political, legal, and administrative aspects). There is a great corruption part, the absence of consulting center for PPP in Ukraine, plans for a long period during the concession agreement are additionally hard, because Ukraine isn't a country with a stable economy, risk of default, and the hardest question is the question of the ownership, because UZ is a strategy object, and variants with private ownership even for certain period is not possible.



Other forms of PPP are organizational and legal - a creation of corporate-type economic organizations with the participation of the state and/or territorial community in them, in particular: a) joint-stock companies in the process of corporatization or privatization, in which the participation of the state (territorial community) is preserved (Part 2 article 22, part 3 article 24, part 3 article 5 Contract Code), b) economic associations with the participation of the state and private business entities (consortium) (Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 06.01.1995, and - introduction of a special legal regime for business entities implementing priority investment and innovation projects, including in certain territories (The Law On Innovation Activity, On Priority Directions of Innovation Activity in Ukraine, On Scientific parks, On the Science Park Kyiv Polytechnic, On State Regulation of Activities in the Field of Technology Transfer.

In international practice, there are a huge number of types of forms of public-private partnership and cooperation. For the following development of the transport sphere, in particular railway, we need to choose the best variant of PPP for UZ, and pay enough attention to all particulars of it. A public-private partnership is important for the construction and operation of infrastructure, especially for railways and transport ports. In world practice, there are two common forms of PPP, namely contractual (which is provided for in Ukraine's legislation) and corporate (not used in Ukraine). The most cost-effective is the organizational and legal form - institutional or corporate. It does not exclude the contractual nature of relations between partners- it is based on an agreement on joint activities/contract of a simple company, which is considered the prototype of modern commercial organizations, primarily economic societies. But, in Ukraine, at this moment, the law of PPP stipulates that projects be only implemented in the form of a contract. At the same time, in certain European countries, there are no such restrictions. In most cases, a special structure is created in the form of a legal entity with the participations of a public and private partner, in some cases also with the participation of third parties - certain financial institutions. Within the framework of this association, it is possible to achieve maximum organizational structure and openness during operations by concluding relevant contracts.

As railways connect with roads, sea (river), air networks, and ports, they create opportunities with important elements how people will be able to use them. The perspective way of the PPP development in infrastructure projects, from the author's point of view, is corporative - a legal entity based on the institutional nature with the state majority in ownership, according to which the interaction of the public and private sectors takes place within a certain structure, and can realize through creation transport cluster or transport hub. The need is to factor in the network effect, across the whole transport system of any individual addition by connecting different transport and door-to-door connection. It is important to preservative of the right of state ownership of strategic objects of the infrastructure of railway transport because of the presence of regulatory, and immigration bodies in railway complexes and the performance of certain state functions and protection of public interests by railways. Then is important to agree and join this idea with existing Laws and Codes or change them and with international documents. It would be important to implement the following concepts to the legislation of Ukraine: 1) substitution private partner - a legal entity, who undertakes to implement the PPP project on the terms provided for by the founding agreement or joint-stock agreement, if the main partner announces the complete or partial insolvency of the PPP project implementation within the prescribed time; 2) sponsor - economic organization (legal entity), state, municipal and other enterprises established in accordance with the current legislation of Ukraine, which participate in the financing of a private partner to ensure the fulfillment of obligations arising from the PPP, and also have the right to offer a new private partner under the conditions provided for by the founding agreement or joint-stock agreement within the PPP; 3) The Code of Laws on PPP is a unified normative legal act. Also decided legislation of attraction of a foreign sponsor and partners.

One such approach for the development would involve a variation on the Australian system, where the publicly-owned Australian Rail Track Corporation (ARTC) controls a majority of the country's standard-gauge lines and charges operator access fees. Applying this system with the use of PPP partnership in the Ukrainian railway system could be something like this model: the

infrastructure corporation, formed by the private sector plus the government and municipalities. Each private partner could invest in the infrastructure projects by buying equity in the infrastructure company. As is the case with ARTC, government investments also could increase the government capital. The company would set certain infrastructure access rates to cover the investment costs, make the investment decisions, and of course, infrastructure assets would secure the financing. As the ARTC, it will have the ability to pay out dividends that could increase the attractiveness of investing for private partners. To minimize the risk of monopoly behavior by both the infrastructure company and the private partners, an independent transport regulator should be to ensure a consistent, fair, and transparent regulatory environment in the railway transport system in Ukraine. In addition, it is important, that the government must maintain the majority equity position in the infrastructure company and manage it separately from UZ. Barriers to entry to this market should be sufficiently low. Of course, this structure has a significant advantage in that it incentivizes operators to invest in infrastructure by offering them the ability to take part in decisions about infrastructure access charges and capital investments. Keeping the government involved helps to ensure the investments continue to meet impartial policy goals, while the existence of an independent regulator will help avoid abuses of market power directed against new entrants and shippers. As a semi-government entity, PPP can be exempted from certain taxes that reduce the significant level of money of the company. In addition, PPP still recognizes the need for direct subsidies—it just makes these subsidies impartial while inviting private sector participation. PPP is so interesting for the Ukrainian railway, especially when the Ukrainian government hasn't already subsidized the rail infrastructure directly. By creating the open-access infrastructure PPP Corporation with representation from the government, municipalities, and rail operators, Ukraine can agree on the motivation of the public and private sectors and improve the investment environment.

#### References

1. A Guidebook on Public-Private partnership in Infrastructure, ESCAP, UN, 2011-  
[ppp\\_guidebook.pdf \(unescap.org\)](#)
2. Ukraine: The Prospects of Road PPP Projects. CEE Legal Matters. Maksymenko M., Mushka R. 2022 <https://ceelegalmatters.com/magazine-articles/20380-ukraine-the-prospects-of-road-ppp-projects>
3. Integrated report\_2020.pdf (uz.gov.ua)
4. Railway Reform: Infrastructure and Investment, Sinclair Reforms, 28.07.2020, (813) Vox Ukraine - Railway Reform: Infrastructure and Investment | VoxUkraine

*Puzikova Valentyna* - PhD (in Law), Guest Researcher, Leibniz University Hannover – Institute of the Economic Policy (Königsworther Platz 1, 30167, Hannover, Germany, +495117624590, e-mail: [velcenvalya@gmail.com](mailto:velcenvalya@gmail.com))

UDK 621.317

Ragulskis K., prof., habil. dr.; Pauliukas A., dr.; Paškevičius P., dr.;  
Spruogis B., prof., habil. dr.; Matuliauskas A.; Mištinas V.; Ragulskis L., dr.  
Kuzhel V., Ph. D.; Galushchak O., Ph. D.

## INVESTIGATION OF DYNAMICS OF THE PIPE ROBOT WITH IMPACTS

*Pipe robots are used for transportation of various materials inside the pipe as well as for cleaning of the internal surfaces of the pipes. The model of a pipe robot with impacts is proposed and investigated. Results for typical values of the parameters were obtained. Graphical representations enable us to understand the behavior of the investigated pipe robot with impacts.*

*Трубні роботи використовуються для транспортування різних матеріалів всередині труби, а також для очищення внутрішніх поверхонь труб. Запропоновано та досліджено модель трубого робота з ударами. Отримано результати для типових значень параметрів. Графічне зображення дозволяє зрозуміти поведінку досліджуваного трубого робота при ударах.*

**Introduction.** Pipe robots are used for transportation of various materials inside the pipe as well as for cleaning of the internal surfaces of the pipes. The model of a pipe robot with impacts is proposed and investigated.

Dynamics of manipulators and robots, including pipe robots, and systems with impacts are investigated in [1] – [7].

First, a model of the investigated pipe robot with impacts is presented. Then results of numerical investigations for typical parameters of the system are described. Results for typical values of the parameters were obtained. Graphical representations enable us to understand the behavior of the investigated pipe robot with impacts.

**Model of the system.** Mass  $m$  of the impacting drive can move in the following interval with respect to the case of the pipe robot:

$$x \in (-(l - \delta), (l + \delta)), \quad (1)$$

where  $2l$  is the distance between the impacting surfaces and  $\delta$  is the shift of the position of equilibrium of the mass  $m$ .

Differential equations of motion of the pipe robot with impacts have the form:

$$m_0 \ddot{x}_0 + \begin{cases} h_1 \dot{x}_0, & \text{when } \dot{x}_0 > 0 \\ h_2 \dot{x}_0, & \text{when } \dot{x}_0 < 0 \end{cases} - H\dot{x} - Cx = F_0, \quad (2)$$

$$m(\ddot{x}_0 + \ddot{x}) + H\dot{x} + Cx = F, \quad (3)$$

where  $m_0$  is the mass of the case of the pipe robot,  $x_0$  is the displacement of the case of the pipe robot,  $h_1$  is the coefficient of viscous friction for motion of the case of the pipe robot in the positive direction,  $h_2$  is the coefficient of viscous friction for motion of the case of the pipe robot in the negative direction,  $H$  is the coefficient of viscous friction of the damper between the vibrating mass and the case of the pipe robot,  $C$  is the coefficient of stiffness of the spring between the vibrating mass and the case of the pipe robot and the upper dot denotes differentiation with respect to the time.

It is assumed that the force of resistance to the motion of the case of the pipe robot has the following form:

$$F_0 = A - B\dot{x}_0, \quad (4)$$

where  $A$  and  $B$  are constant values.

It is assumed that the exciting force has the following form:

$$F = f \sin \omega t, \quad (5)$$

where  $f$  is the amplitude of excitation,  $\omega$  is the frequency of excitation and  $t$  is the time variable.

Thus, differential equations of motion of the pipe robot with impacts have the form:

$$m_0 \ddot{x}_0 + B \dot{x}_0 + \begin{cases} h_1 \dot{x}_0, & \text{when } \dot{x}_0 > 0 \\ h_2 \dot{x}_0, & \text{when } \dot{x}_0 < 0 \end{cases} - H \dot{x} - Cx = A, \quad (6)$$

$$m(\ddot{x}_0 + \ddot{x}) + H \dot{x} + Cx = f \sin \omega t. \quad (7)$$

**Impacts to the left support.** When:

$$x = -(l - \delta), \quad (8)$$

from the known values of  $\dot{x}^-$  and  $\dot{x}_0^-$  the values of  $\dot{x}^+$  and  $\dot{x}_0^+$  are determined on the basis of the conservation of quantity of motion and coefficient of restitution of the impact:

$$m_0 \dot{x}_0^+ + m(\dot{x}_0^+ + \dot{x}^+) = m_0 \dot{x}_0^- + m(\dot{x}_0^- + \dot{x}^-), \quad (9)$$

$$R_a = -\frac{\dot{x}^+}{\dot{x}^-}, \quad (10)$$

where  $R_a$  is the coefficient of restitution of the left support.

Thus, it is obtained that:

$$\dot{x}^+ = -R_a \dot{x}^-, \quad (11)$$

$$\dot{x}_0^+ = \frac{m_0 \dot{x}_0^- + m(\dot{x}_0^- + \dot{x}^-) - m \dot{x}^+}{m_0 + m}. \quad (12)$$

**Impacts to the right support.** When:

$$x = l + \delta, \quad (13)$$

from the known values of  $\dot{x}^-$  and  $\dot{x}_0^-$  the values of  $\dot{x}^+$  and  $\dot{x}_0^+$  are determined on the basis of the conservation of quantity of motion and coefficient of restitution of the impact:

$$m_0 \dot{x}_0^+ + m(\dot{x}_0^+ + \dot{x}^+) = m_0 \dot{x}_0^- + m(\dot{x}_0^- + \dot{x}^-), \quad (14)$$

$$R_b = -\frac{\dot{x}^+}{\dot{x}^-}, \quad (15)$$

where  $R_b$  is the coefficient of restitution of the right support.

Thus, it is obtained that:

$$\dot{x}^+ = -R_b \dot{x}^-, \quad (16)$$

$$\dot{x}_0^+ = \frac{m_0 \dot{x}_0^- + m(\dot{x}_0^- + \dot{x}^-) - m \dot{x}^+}{m_0 + m}. \quad (17)$$

**Investigation of dynamics of the pipe robot with impacts.** The following parameters of the investigated pipe robot with impacts were assumed:

$$\omega = 1, m_0 = 1, B = 0.1, h_1 = 0.1, h_2 = 100, H = 0.1, C = 1, A = 0.1, m = 1, f = 1, l = 0.32. \quad (18)$$

Investigations for the five sets of parameters of the pipe robot with impacts were performed. Displacements as functions of time as well as velocities as functions of time are shown in Fig. 1, ..., Fig. 5.

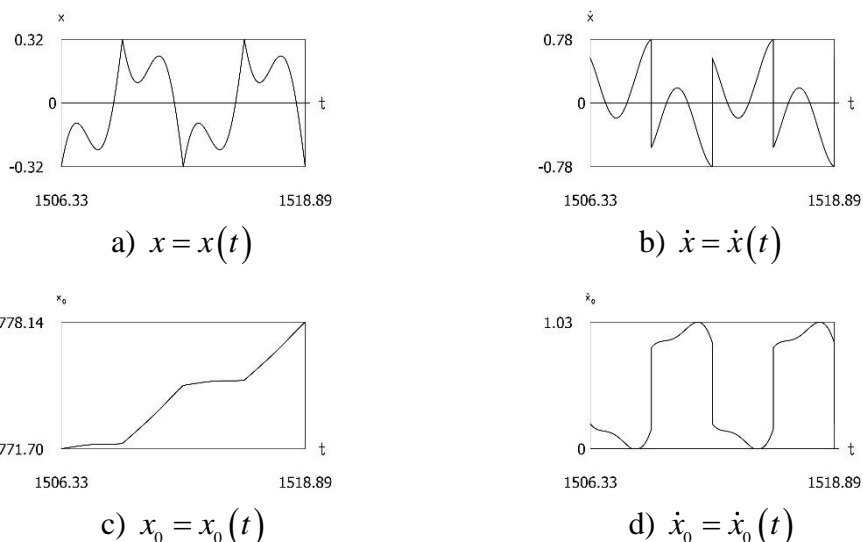


Figure 1 – Dynamics of the pipe robot with impacts for  $\delta = 0$ ,  $R_a = 0.7$ ,  $R_b = 0.7$

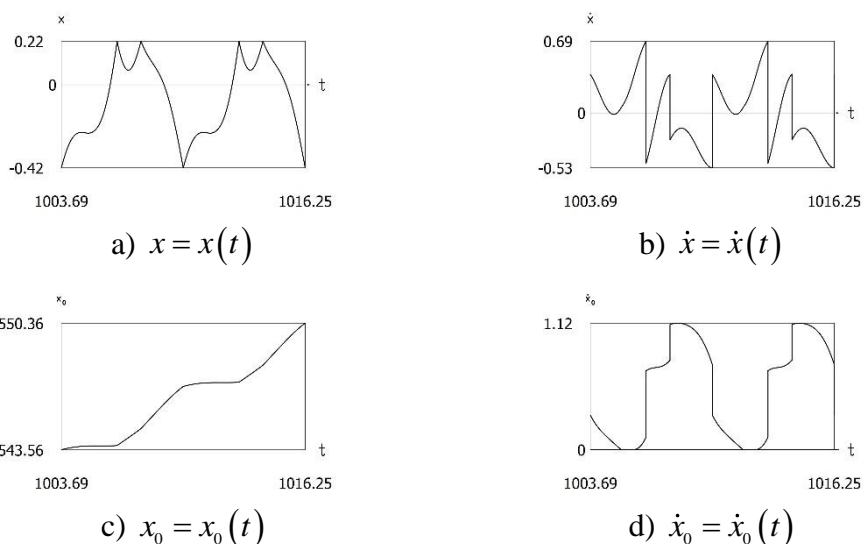


Figure 2 – Dynamics of the pipe robot with impacts for  $\delta = -0.1$ ,  $R_a = 0.7$ ,  $R_b = 0.7$

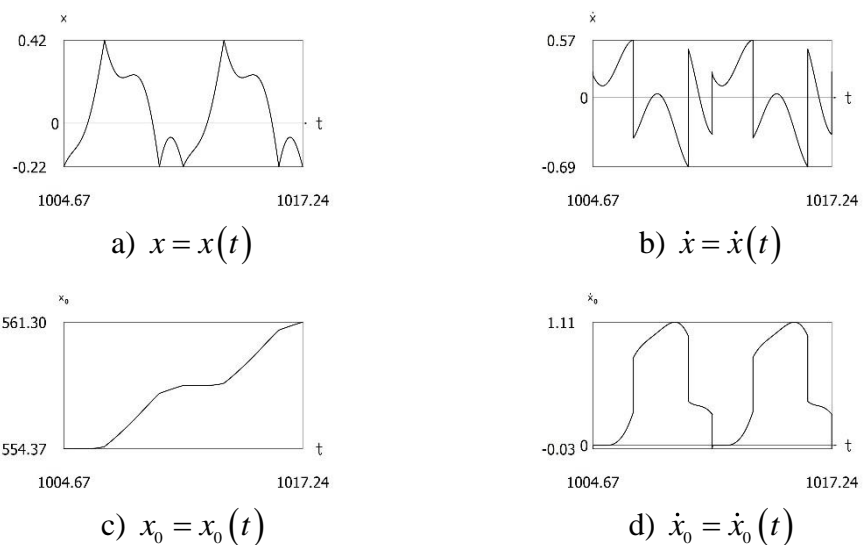


Figure 3 – Dynamics of the pipe robot with impacts for  $\delta = 0.1$ ,  $R_a = 0.7$ ,  $R_b = 0.7$

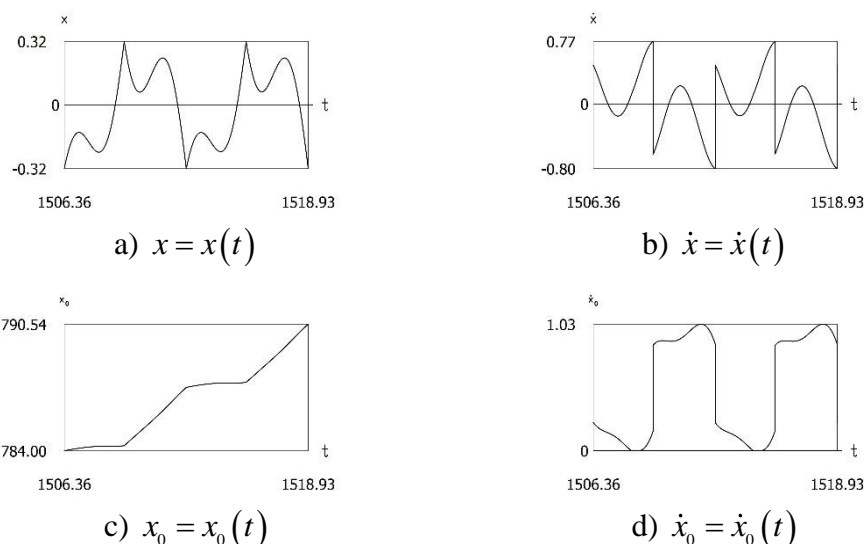


Figure 4 – Dynamics of the pipe robot with impacts for  $\delta = 0$ ,  $R_a = 0.6$ ,  $R_b = 0.8$

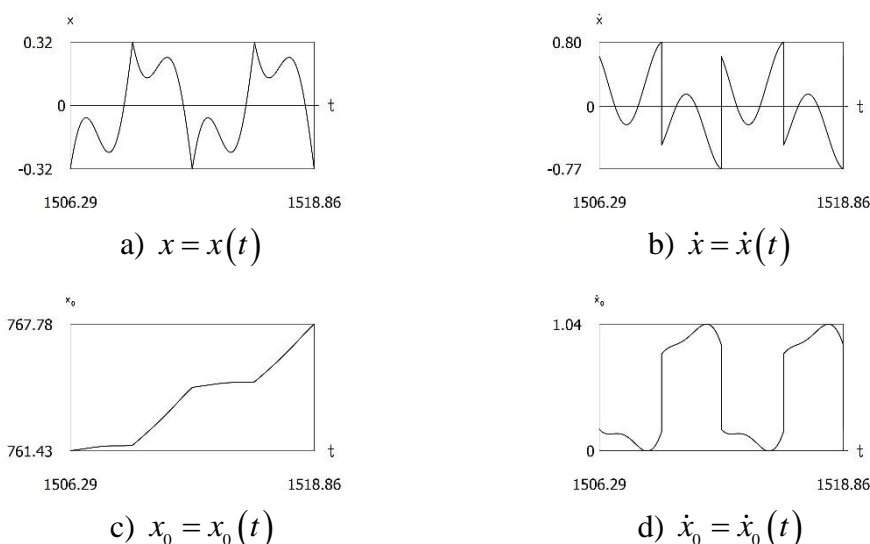


Figure 5 – Dynamics of the pipe robot with impacts for  $\delta = 0$ ,  $R_a = 0.8$ ,  $R_b = 0.6$

**Conclusion.** The presented graphical relationships enable us to understand the behavior of the investigated pipe robot with impacts.

### References

1. Ragulskis K., Spruogis B., Paškevičius P., Matuliauskas A., Mištinas V., Pauliukas A., Ragulskis L. (2021). Investigation of dynamics of a pipe robot experiencing impact interactions. *Advances in Robotics & Automation Technology*, 1(2), 1-8.
2. Kibirštis E., Pauliukaitis D., Miliūnas V., Ragulskis K. (2018). Synchronization of pneumatic vibroexciters operating on air cushion with feeding pulsatile pressure under autovibration regime. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(1), 81-89.
3. Ragulskienė V. (1974). *Vibro-Shock Systems (Theory and Applications)*. 320, – Vilnius: Mintis.
4. Kurila R., Ragulskienė V. (1986). *Two – Dimensional Vibro – Transmissions*. 137, – Vilnius: Mokslas.
5. Ragulskis K., Vitkus J., Ragulskienė V. (1965). *Self-Synchronization of the Mechanical*

Systems (1. Self-Synchronizations and Vibro-Shock Systems). 186, – Vilnius: Mintis.

6. Ragulskis K., Bansevicius R., Barauskas R., Kulvietis G. (1987). Vibromotors for Precision Microrobots. 326, – New York: Hemisphere.

7. Bansevicius R., Ivanov A., Kamyshnyj N., Kostin A., Lobikov L., Michieiev V., Nikolskaja T., Ragulskis K., Shangin V. (1985). Industrial Robots for Miniature Products. 264, – Moscow: Mashinostroyenye.

**Kazimieras Ragulskis** – Member of Academies of Sciences of the USSR (later of the Russian Academy of Sciences) and Lithuania, Professor, Dr. habil., Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania, e-mail: [kazimieras3@hotmail.com](mailto:kazimieras3@hotmail.com)

**Arvydas Pauliukas** – Doctor, Vytautas Magnus University, Akademija, Kaunas District, Lithuania, e-mail: [arvydas.pauliukas@vdu.lt](mailto:arvydas.pauliukas@vdu.lt)

**Petras Paškevičius** – Doctor, Company “Vaivora”, Kaunas, Lithuania, e-mail: [info@vaivorairko.lt](mailto:info@vaivorairko.lt)

**Bronislovas Spruogis** – Professor, Dr. habil., Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania, e-mail: [bronislovas.spruogis@gmail.com](mailto:bronislovas.spruogis@gmail.com)

**Arvydas Matuliauskas** – Master, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania, e-mail: [arvydas.matuliauskas@vgtu.lt](mailto:arvydas.matuliauskas@vgtu.lt)

**Vygantas Mištinis** – Master, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania, e-mail: [vygantas.mistinas@gmail.com](mailto:vygantas.mistinas@gmail.com)

**Liutauras Ragulskis** – Doctor, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania, e-mail: [l.ragulskis@if.vdu.lt](mailto:l.ragulskis@if.vdu.lt).

**Kuzhel Volodymyr**, Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Galushchak Oleksandr** - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [galushchak.gs@gmail.com](mailto:galushchak.gs@gmail.com)

**Казімерас Рагульскіс** – Член Академій Наук СРСР (згодом Російської Академії Наук) та Литви, Професор, Габіліт. доктор, Каунаський Технологічний Університет, Каунас, Литва, e-mail: [kazimieras3@hotmail.com](mailto:kazimieras3@hotmail.com)

**Арвідас Паулюкас** – доктор, Університет Вітаутаса Великого, Академія, Каунаський округ, Литва, e-mail: [arvydas.pauliukas@vdu.lt](mailto:arvydas.pauliukas@vdu.lt)

**Пятрас Паішкявічус** – доктор , компанія «Vaivora», Каунас, Литва, e-mail: [info@vaivorairko.lt](mailto:info@vaivorairko.lt)

**Броніслоvas Спруогіс** – професор, Габіліт. доктор, Вільнюський технічний університет імені Гедімінаса, Вільнюс, Литва, e-mail: [bronislovas.spruogis@gmail.com](mailto:bronislovas.spruogis@gmail.com)

**Арвідас Матуляускас** – магістр, Вільнюський технічний університет імені Гедімінаса, Вільнюс, Литва, e-mail: [arvydas.matuliauskas@vgtu.lt](mailto:arvydas.matuliauskas@vgtu.lt)

**Вігантас Міштінас** – магістр, Вільнюський технічний університет імені Гедімінаса, Вільнюс, Литва, e-mail: [vygantas.mistinas@gmail.com](mailto:vygantas.mistinas@gmail.com)

**Ліутаурас Рагульскіс** – доктор, Університет Вітаутаса Великого, Каунас, Литва, e-mail: [l.ragulskis@if.vdu.lt](mailto:l.ragulskis@if.vdu.lt)

**Кузель Володимир Петрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Галушчак Олександр Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [galushchak.gs@gmail.com](mailto:galushchak.gs@gmail.com)

УДК 62-531.6

Аль-Амморі А. Н., д.т.н., проф.; Іщенко Р. М., к.ф.-м.н., доц.;  
Ісаєнко Г. Л., к.ф.-м.н., доц.; Ключан А. Є.

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ЗАПАСУ ХОДУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

*У роботі отримано співвідношення для визначення потужності вітрогенератора горизонтального типу, який пропонується встановлювати в підкапотному просторі електромобіля. Виконано розрахунок значень потужності вітрогенератора для широкого діапазону швидкостей руху електромобіля. Встановлено, що найбільш ефективно використання вітрогенератора виявляється під час руху електромобіля зі швидкістю більшою 50 км/год.*

*In this paper, a formula for determining the power of a horizontal type wind generator, which is proposed to be installed in the underhood space of an electric car was obtained. The calculation of the power values of the wind generator for a wide range of speeds of the electric car was performed. It has been established that the most effective use of the wind generator is found when the electric car is moving at a speed of more than 50 km/h.*

**Постановка проблеми.** На шляху збільшення парку електромобілів залишається один економічний бар'єр – висока ціна електромобілів (в основному за рахунок вартості акумуляторної батареї) та два технологічні бар'єри – недостатній запас ходу та слабо розвинена зарядна інфраструктура для вказаних транспортних засобів [1]. Достатній запас ходу електромобілів може бути досягнутий наявністю акумуляторів великої ємності [2]. Крім того, для підвищення запасу ходу електромобілів розробляються і впроваджуються різні енергозберігаючі та рекуперативні технології, зокрема, системи регенеративного гальмування, амортизатори рекуперації та ін. Однак, під час практичного використання запропонованих технологій збору енергії виникають проблеми, що пов'язані з установкою останніх на реальному електромобілі. Відповідно, дослідження можливості використання енергії повітряного потоку для підзарядки акумулятора електромобіля під час його руху є актуальною науково-технічною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У вітчизняній і в закордонній науково-технічній літературі існує ряд робіт, присвячених розгляду різних методів і засобів використання енергії повітряного потоку для додаткової зарядки акумулятора електромобіля. Зокрема, у роботі [3] запропоновано використовувати вітрогенератор горизонтального типу, встановлений на даху кузова електромобіля. Теоретичні розрахунки авторів зазначеної роботи показали, що потужність вітрогенератора досягає 3.26 кВт під час руху електромобіля зі швидкістю 120 км/год. Авторами роботи [4] відзначено, що головна проблема під час проектування електромобіля з вітрогенератором полягає в оптимальному розміщенні вітродвигуна на кузові вказаного транспортного засобу. Тобто, щоб конструкційні зміни, викликані встановленням вітрогенератора, не призвели до збільшення сили опору повітря, що, в свою чергу, неминуче збільшить витрати потужності електродвигуна електромобіля під час руху. Таким чином, з огляду науково-технічної літератури можна зробити висновок про те, що питання використання енергії повітряного потоку для збільшення запасу ходу електромобіля вимагає подальшого теоретичного і експериментального дослідження.

**Формування цілей статті.** Враховуючи вищезазначене, мета статті полягає в отриманні співвідношення для визначення потужності вітрогенератора горизонтального типу, встановленого в підкапотному просторі електромобіля.



**Виклад основного матеріалу дослідження.** Енергія повітряного потоку може бути перетворена в механічну роботу або електричну енергію за допомогою спеціальних пристроїв і установок. Тому для збільшення запасу ходу електромобіля без підзарядки акумулятора на електрозаправці пропонується використовувати вітрогенератор горизонтального типу, так званий «пропелер». Встановлювати вітрогенератор пропонується всередині електромобіля в підкапотному просторі, змістивши радіатор охолодження двигуна.

Розглянемо принцип дії вітрогенератора горизонтального типу. Повітряний потік, що виникає під час руху електромобіля, обертає вітроколесо і призводить до руху головного валу, який, в свою чергу, обертає редуктор, що з'єднаний з електричним генератором. У результаті обертання електричного генератора наводиться змінний електричний струм, який через випрямляч надходить до акумулятора електромобіля.

Енергія повітряного потоку ( $E_k$ ) може бути визначена як кінетична енергія тіла масою ( $m$ ), що рухається зі швидкістю ( $v$ ):

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

Тоді маса повітря, що надходить до вітрогенератору за деякий проміжок часу визначається співвідношенням:

$$\frac{m}{t} = \rho Av, \quad (2)$$

де  $\rho$  – густина повітря ( $\rho = 1.23 \text{ кг/м}^3$ );

$A$  – площа поперечного перерізу потоку повітря, що надходить до вітрогенератора;

$v$  – швидкість потоку повітря.

Потужність повітряного потоку визначається співвідношенням:

$$P = \frac{E_k}{t}. \quad (3)$$

З врахуванням формул (1) і (2) потужність повітряного потоку матиме вигляд:

$$P = \frac{\rho Av^3}{2}. \quad (4)$$

Під час розрахунку потужності вітрогенератора необхідно враховувати коефіцієнт використання енергії повітряного потоку, механічні й електричні втрати, пов'язані з трансмісією установки [5, с. 67]. Таким чином, із врахуванням вищезазначеного потужність вітрогенератора ( $P_g$ ) визначається співвідношенням:

$$P_g = \frac{C_g \eta_m \eta_e \rho Av^3}{2}, \quad (5)$$

де  $C_g$  – коефіцієнт використання енергії повітряного потоку;

$\eta_m$  – механічний коефіцієнт корисної дії (ККД) вітрогенератора, тобто ККД редуктора (мультиметра) вітрогенератора;

$\eta_e$  – ККД електричного генератора.

Для випадку, коли вітроколесо встановлене перпендикулярно до повітряного потоку, значення  $C_g$  коливається в межах від 0.4 до 0.5. Значення  $\eta_m$  знаходиться в межах від 0.70 до 0.85, а значення  $\eta_e$  – в межах від 0.90 до 0.98 [5, с. 66, 67]. У даній роботі під час розрахунків використовувалися середні значення вище вказаних величин ( $C_g = 0.45$ ,  $\eta_m = 0.78$ ,  $\eta_e = 0.94$ ).

Площа поперечного перерізу потоку повітря, що надходить до вітрогенератора може бути обчислена за формулою:

$$A = \pi R^2, \quad (6)$$

де  $R$  – радіус вітроколеса ( $R = 0.2 \text{ м}$ ).

Тоді з врахуванням формули (6) потужність вітрогенератора  $P_g$  буде дорівнювати:

$$P_g = \frac{\pi \rho C_g \eta_m \eta_e R^2 v^3}{2}. \quad (7)$$

Як видно зі співвідношення (7), під час розрахунку потужності вітрогенератора ключовою змінною величиною є швидкість потоку повітря ( $v$ ). Оскільки вітрогенератор пропонується встановлювати у підкапотному просторі електромобіля, то вважається, що швидкість потоку повітря, яке надходить до вітрогенератора, дорівнює швидкості руху електромобіля. Інші величини, що входять до співвідношення (7), не змінюються з часом.

Залежність розрахованої за формулою (7) потужності вітрогенератора  $P_e$  від швидкості руху електромобіля наведено на рис. 1.

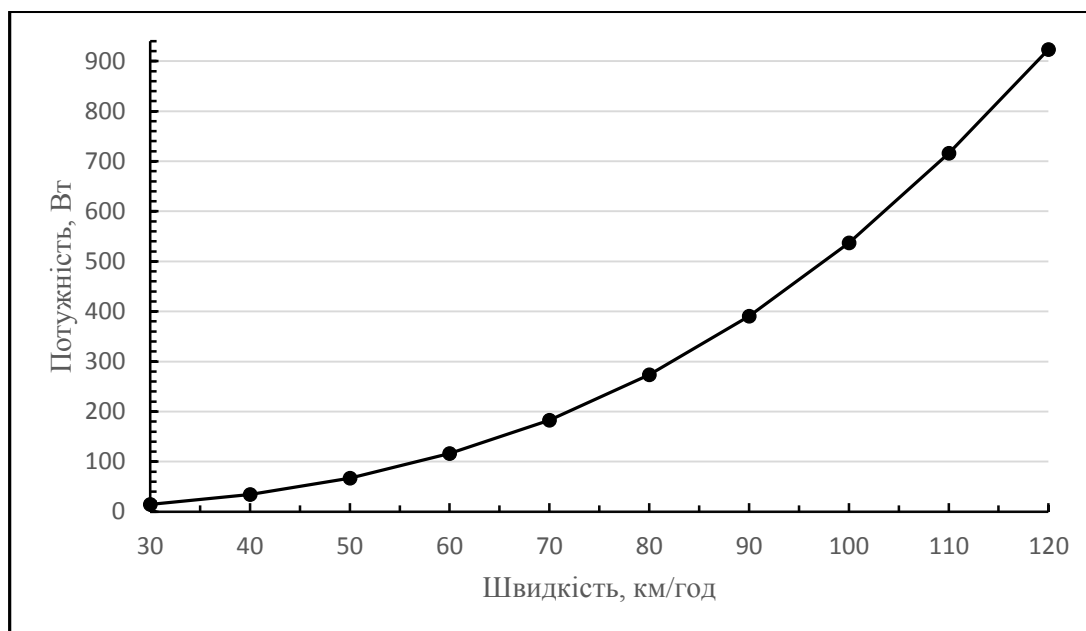


Рисунок 1 – Залежність потужності вітрогенератора від швидкості руху електромобіля

Як видно з рис. 1, значення потужності вітрогенератора суттєво збільшується зі зростанням швидкості руху електромобіля. Відповідно, використання вітрогенератора для перетворення енергії повітряного потоку в енергію електричного струму виявляється найбільш ефективним під час руху електромобіля зі швидкістю більшою 50 км/год. Такий діапазон швидкостей руху електромобіля задовольняє потребу в переміщенні поза населеними пунктами. Під час руху електромобіля зі швидкістю меншою 50 км/год, значення потужності вітрогенератора не перевищує 60 Вт.

Необхідно відзначити, що запропонований метод отримання додаткової електричної енергії для акумулятора електромобіля за рахунок використання енергії повітряного потоку потребує подальшого теоретичного та експериментального дослідження з метою уточнення технічних параметрів вітрогенератора, а також практичної можливості його розташування в підкапотному просторі конкретного електромобіля, зокрема, поширеного в нашій країні електромобіля Nissan Leaf [6].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Таким чином, у представлений роботі отримано співвідношення для визначення потужності вітрогенератора горизонтального типу, який пропонується встановлювати в підкапотному просторі електромобіля. Ключовою змінною величиною в зазначеному співвідношенні є швидкість руху електромобіля.

Виконано розрахунок значень потужності вітрогенератора для широкого діапазону швидкостей руху електромобіля (від 10 до 120 км/год). Встановлено, що потужність вітрогенератора суттєво збільшується зі зростанням швидкості руху електромобіля. Тому найбільш ефективно використання запропонованого методу отримання додаткової електричної енергії для акумулятора електромобіля виявляється в діапазоні швидкостей руху, що перевищують 50 км/год.

В подальшому планується додаткове теоретичне і експериментальне дослідження вказаного методу збільшення запасу ходу електромобіля за рахунок використання енергії повітряного потоку з метою уточнення технічних параметрів вітрогенератора, а також практичної можливості його встановлення на реальному електромобілі.

#### Список використаних джерел

1. Sanguesa A., Torres-Sanz V., Garrido P., Martinez F., Marquez-Barja J. A review on electric vehicles: technologies and challenges. *Smart Cities*. 2021. № 4. P. 372-404.
2. Castelvechi D. Electric cars and batteries: how will the world produce enough? *Nature*. 2021. Vol. 596. P. 336-339. DOI: [10.1038/d41586-021-02222-1](https://doi.org/10.1038/d41586-021-02222-1).
3. Quartey G., Adzimah S.K. Generation of electrical power by a wind turbine for charging moving electric cars. *Journal of Energy Technologies and Policy*. 2014. Vol. 4, № 3. P. 19-29.
4. Ferdous S.M., Khaled W.B., Ahmed B., Salehin S., Ghani E. Electric vehicle with charging facility in motion using wind energy. *World Renewable Energy Congress 2011: collection of scientific papers*. Sweden, Linkoping, 8-13 May 2011. P. 3629-3636.
5. Півняк Г., Шкрабець Ф., Нойбергер Н., Ципленков Д. Основи вітроенергетики: підручник. Дніпро : НГУ, 2015. 335 с.
6. Технічні характеристики електромобіля Nissan Leaf [Електронний ресурс]. *Info Car*. 2023. Режим доступу: [https://nissan-leaf.infocar.ua/mod\\_3691\\_leaf\\_id2776.html](https://nissan-leaf.infocar.ua/mod_3691_leaf_id2776.html).

**Аль-Амморі Алі Нурддинович** – д. т. н., професор, завідувач кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, Київ, e-mail: [ammourilion@ukr.net](mailto:ammourilion@ukr.net).

**Ищенко Руслан Миколайович** – к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, Київ, e-mail: [rm\\_ischenko@ukr.net](mailto:rm_ischenko@ukr.net).

**Ісаєнко Галина Леонідівна** – к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, Київ, e-mail: [gl\\_isayenko@ukr.net](mailto:gl_isayenko@ukr.net).

**Клочан Арсен Євгенович** – асистент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, Київ e-mail: [varsenchuk@gmail.com](mailto:varsenchuk@gmail.com).

**Al-Ammouri Ali** – Doc. of Techn. Sc., Professor, Head of Department of Information Analysis and Information Security, National Transport University, Kyiv, e-mail: [ammourilion@ukr.net](mailto:ammourilion@ukr.net).

**Ishchenko Ruslan** – Cand. of Phys. and Math. Sc., Associate Professor, Associate Professor of Department of Information Analysis and Information Security, National Transport University, Kyiv, e-mail: [rm\\_ischenko@ukr.net](mailto:rm_ischenko@ukr.net).

**Isaienko Halyna** – Cand. of Phys. and Math. Sc., Associate Professor, Associate Professor of Department of Information Analysis and Information Security, National Transport University, Kyiv, e-mail: [gl\\_isayenko@ukr.net](mailto:gl_isayenko@ukr.net).

**Klochan Arsen** – Assistant of Department of Information Analysis and Information Security, National Transport University, Kyiv, e-mail: [varsenchuk@gmail.com](mailto:varsenchuk@gmail.com).

УДК 629.331:004.01

Балицький О. І., д.т.н, проф.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Гаврилюк М. Р., к.т.н.

## ДЕЯКІ ПІДХОДИ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ, РІЗАННЯ, КОРОЗІЇ ТА ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНЯХ ДЕТАЛЕЙ

*В роботі наводяться деякі відомості стосовно застосування сучасного програмного забезпечення (програмний комплекс Image J) для аналізу продуктів різання, зношування? мікрорельєфу поверхні та дослідження дефектів на експлуатованій поверхні деталі. Наголошується, що застосування скриптів та плагінів у поєднанні з іншим програмним забезпеченням дозволяє значно розширити наукові горизонти досліджень. Також зазначено, що регулярне технічне обслуговування (разом з діагностикою) та заміна зношених деталей може допомогти забезпечити найкращі експлуатаційні характеристики автомобіля.*

*The paper presents some information on the use of modern software (Image J software package) for analyzing cutting products, wear, surface microrelief, and defects on the surface of a workpiece. It is emphasized that the use of scripts and plug-ins in combination with other software can significantly expand the scientific horizons of research. It is also noted that regular maintenance (along with diagnostics) and replacement of worn parts can help ensure the best performance of the vehicle.*

Продукти зносу утворюються внаслідок тертя, зношування та корозії різних деталей автомобіля, таких як двигун, підвіска, гальмівні диски, гальмівні колодки та інші деталі. В деяких випадках ці продукти можуть містити важкі метали та інші шкідливі речовини [1].

У міру зношування деталей утворюються продукти, які можуть забруднювати мастильні матеріали, що призводить до додаткового зносу. Цей процес може бути особливо руйнівним в умовах тертя ковзання на високих швидкостях і під високим тиском, наприклад, в трансмісіях і двигунах.

Виявлення та діагностика продуктів зносу в автомобільних деталях має вирішальне значення для запобігання аваріям і забезпечення безпеки транспортних засобів. Наприклад, Amazon Lookout for Vision та Amazon SageMaker пропонують рішення на основі глибокого навчання для виявлення та локалізації дефектів в автомобільних деталях [2].

Одним зі способів діагностики зносу деталей машини є використання сучасних діагностичних інструментів, таких як аналіз вібрації, термографія та аналіз масла. Ці інструменти можуть виявити ранні ознаки зносу ще до того, як вони стануть серйозною проблемою, що дозволяє провести профілактичне обслуговування до того, як станеться катастрофічна поломка. Крім того, виявлення продуктів зносу, таких як металеві частинки в оливі, може надати важливу інформацію про те, які деталі зазнають найбільшого зносу, що дозволяє проводити цілеспрямоване технічне обслуговування і заміну.

Частинки, що не належать до вихлопних газів, в тому числі частинки зносу шин, були проаналізовані з використанням SEM/EDX аналізу окремих частинок в поєднанні з машиною [4]. У сфері комп'ютерного зору для ідентифікації різних типів частинок зносу використовуються моделі глибоких нейронних мереж [5 -10].

Так в роботі [6] наголошено, що класифікація продуктів зношування має велике значення для ідентифікації станів зносу машин. У цій статті запропоновано метод класифікації продуктів зношування з використанням злиття ознак і CBR. Метод інтегрує локальну ознаку LBP, глобальну ознаку FD і грубість Тамури, а потім об'єднані ознаки застосовуються в системі CBR з різною вагою і різною схожістю, яка є адаптивною, розширюваною, модульною і швидкою. Результати показують, що поділ зображень уламків зносу на частини розміром 32\*32 при розрахунку LBP є корисним для покращення класифікації, а поєднання локальних

та глобальних ознак дозволяє отримати кращі результати. Порівняльні експериментальні результати різних методів класифікації показують, що система CBR займає найменше часу при збереженні високої точності класифікації.

Нами також проводяться комплексні дослідження продуктів зношування, різання, корозії та дефектів на поверхнях експлуатованих деталей [11-18].

Проведено комплекс триботехнічних досліджень. Зносотривкість визначали на машині тертя СМТ-1 (2070). Швидкість ковзання нижнього ролика 1480 RPM, а верхнього 1240 RPM (проковзування 15%). Нижній ролик (діаметр 42 mm) виготовлений зі сталі 1,0503 німецького виробництва з твердістю 60 HRC (аналога сталі 45). Верхній – з високоазотних сталей: сплав № 1 (типу DDT 68) (діаметр 35 mm) твердістю 45...50 та сплав № 2 (типу P900) (діаметр 31 mm) твердістю 52...60 HRC. У мікроструктурі сплавів зафіксовано аустенітну металеву матрицю мікротвердістю 4,2...5,0 GPa. Лінійна швидкість верхнього ролика 2,27 m/s, а нижнього 3,08 m/s. В умовах тертя без змащування навантаження становило 250...600 N.

Дослідили сталь 38ХНЗМФА у стані постачання (без термічної обробки) із твердістю 35 HRC. Стружку отримували, відрізаючи на токарно-гвинторізному верстаті від заготовки циліндри  $\varnothing$  28 mm, товщиною 4 mm. Різець оснащений твердосплавною пластиною ВК-6. Для створення рівних умов точіння різець заточували та виставляли однаковий кут між ним та заготовкою.

Параметри мікроструктури сталі визначали на мікроскопі ЛОМО ЕС МЕТАМ РВ 21. Для отримання мікрошліфів використали травлення: 4% розчин азотної кислоти. Особливості морфології стружки вивчали на мікроскопі ZEISS Stemi 2000С. Обидва мікроскопи оснащені камерою SIGETA International Color Digital Camera MCMOS 5100 5.1 MP.1.

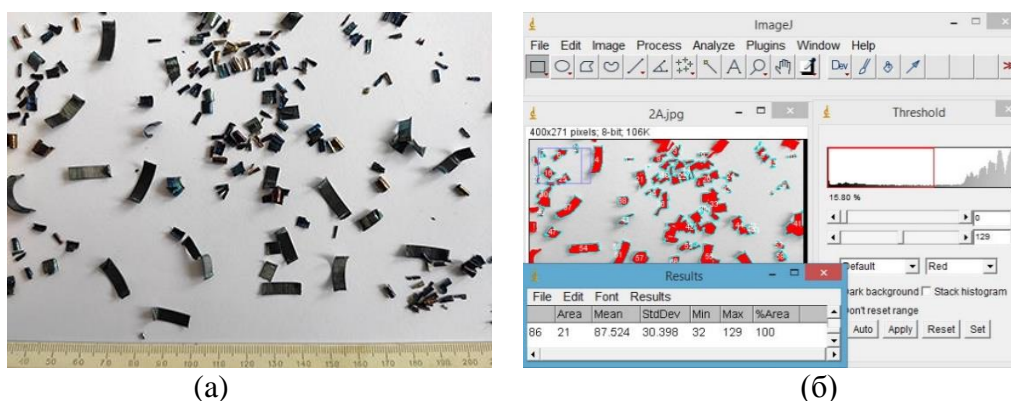


Рисунок 1 – Вихідне зображення продуктів різання зі сталі 38ХНЗМФА (а); проведення аналізу продуктів різання в програмному комплексі Image J (б).

Ось кілька прикладів комп'ютерного програмного забезпечення, яке можна використовувати для аналізу та ідентифікації продуктів зносу, різання та корозії: ImageJ, Image-Pro Plus, MATLAB, WITec Project Plus, Bruker OPUS, Thermo Scientific OMNIC, COMSOL Multiphysics, Abaqus, ANSYS. Також, існує багато інших програм, які можна використовувати для цієї мети, і вибір програмного забезпечення буде залежати від конкретного застосування і вимог до аналізу даних.

Одним з дуже перспективних наукових напрямків для досліджень цифрових зображень є застосування мови програмування Java, а також такої мови високого програмування як Python. Додавання та поєднання іншого програмного забезпечення, наприклад, комп'ютерних програм ImageJ, Fiji, Origin та ін., а також спеціальних скриптів та плагінів дозволяє значно розширити горизонти досліджень.

Роль діагностики зносу деталей машин, в тому числі в автотранспорті, має вирішальне значення для забезпечення безпеки та запобігання катастрофічним відмовам, які можуть призвести до нещасних випадків і травм.

Таким чином, діагностика зносу деталей машин, виявлення та ідентифікація з аналізом продуктів зносу має важливе значення для підтримання безпеки автотранспорту. Передові діагностичні інструменти й методи, а також наукові дослідження та аналіз відіграють вирішальну роль у запобіганні катастрофічним відмовам і забезпеченні безпечної експлуатації автотранспорту.

#### Список використаних джерел

1. Stojanovic, N., Glisovic, J., Abdullah, O.I. et al. Particle formation due to brake wear, influence on the people health and measures for their reduction: a review. *Environ Sci Pollut Res* 29, 9606–9625 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17907-3>.
2. Matthew Rhodes, Saman Sarraf, and Suchitra Sathyanarayana. Detect defects in automotive parts with Amazon Lookout for Vision and Amazon SageMaker. 05 OCT 2021. URL: <https://aws.amazon.com/ru/blogs/machine-learning/detect-defects-in-automotive-parts-with-amazon-lookout-for-vision-and-amazon-sagemaker>.
3. What Causes Engine Wear and Tear? URL: [https://rotella.shell.com/en\\_us/info-hub/4-ways-engine-wear-tear-occurs.html](https://rotella.shell.com/en_us/info-hub/4-ways-engine-wear-tear-occurs.html).
4. Juanita Rausch, David Jaramillo-Vogel, Sébastien Perseguers, Nicolas Schnidrig, Bernard Grobéty, Phattadon Yajan. Automated identification and quantification of tire wear particles (TWP) in airborne dust: SEM/EDX single particle analysis coupled to a machine learning classifier. *Science of The Total Environment*, 2022, 803, 149832. DOI: 10.1021/acs.est.1c06541.
5. Fengguang Jia, Fulin Yu, Lei Song, Shaojun Zhang, and Hongyuan Sun. Intelligent Classification of Wear Particles Based on Deep Convolutional Neural Network. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1519, The 4th International Conference on Mechanical, Aeronautical and Automotive Engineering (ICMAA 2020) 26-29 February 2020, Bangkok, Thailand. 2020, 1519(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1519/1/012012>.
6. Hongbing Wang, Rong Huang, Liyuan Gao, Weishen Wang, Anjun Xu, Fei Yuan. Wear Debris Classification of Steel Production Equipment using Feature Fusion and Case-based Reasoning. *ISIJ International*/58 (2018) 7. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.ISIJINT-2018-076>.
7. Hongbing Wang, Shuqi Wei, Rong Huang, et al. Recognition of Plate Identification Numbers Using Convolution Neural Network and Character Distribution Rules. *ISIJ International*. 2019, Vol.59, No.11, p.2044.
8. Hao Fan, Xiao-yan Yu, De-qin Shu, et al. A Time-Context-Dependent Resource Diffusion Algorithm Based on User Splitting. *Journal of Physics Conference Series*. 2019, Vol.1314, p.012207.
9. Wenbin Su, Yifei Zhang, Hongbo Wei, et al. Denoising and Dehazing an Image in a Cascaded Pattern for Continuous Casting. *Metals*. 2022, Vol.12, No.1, p.126.
10. Hang Li, Li Li, Hongbing Wang. Defect Detection for Wear Debris Based on Few-Shot Contrastive Learning. *Applied Sciences*. 2022, Vol.12, No.23, p.11893.
11. Balitskii, A.I.; Havrilyuk, M.R.; Balitska, V.O.; Kolesnikov, V.O.; Ivaskevych, L.M. Increasing Turbine Hall Safety by Using Fire-Resistant, Hydrogen-Containing Lubricant Cooling Liquid for Rotor Steel Mechanical Treatment. *Energies* 2023, 16, 535. <https://doi.org/10.3390/en16010535>.
12. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування аустенітних марганцевих чавунів // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2004. – № 1 – С. 65–69.
13. Колесніков В.О. Ідентифікація продуктів зношування та корозії як індикаторів експлуатаційної стійкості деталей та вузлів автомобілів. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XIV-та міжн. науково-практичн. конф., 25-27 жовтня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 113–114.

14. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Tour View та Gwyddion для аналізу мікрорельєфу поверхонь. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 70–73.

15. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Fiji та ImageJ для визначення параметрів мікроструктури досліджуваних сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 67–70.

16. Колесніков В. О. Дослідження зносотривкості перспективних сталей для автомобільної галузі, а також розпізнавання та ідентифікація їх продуктів зношування. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 79–89.

17. Колесніков Валерій, Гаврилюк Марія, Балицький Олександр. Застосування методів комп'ютерного зору для ідентифікації продуктів різання та зношування з урахуванням матеріалознавчих засад. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 140–142.

18. Колесніков В.О. Ідентифікація продуктів зношування та корозії як індикаторів експлуатаційної стійкості деталей та вузлів автомобілів. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XIV-та міжн. науково-практичн. конф., 25-27 жовтня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 113–114.

**Балицький Олександр Іванович** – д.т.н., проф. провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, кафедра експлуатації автомобілів, Західнопоморського технологічного університету у Щеціні, м. Щецін, Республіка Польща, e-mail: [alexanderbalitskii64@gmail.com](mailto:alexanderbalitskii64@gmail.com).

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

**Гаврилюк Марія Романівна** – к.т.н., науковий науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [gavrilukm@ukr.net](mailto:gavrilukm@ukr.net).

**Balitskii Olexsandr** – professor, leading researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Department of Vehicle Operation, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Szczecin, Poland. e-mail: [alexanderbalitskii64@gmail.com](mailto:alexanderbalitskii64@gmail.com).

**Kolesnikov Valerii** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

**Havrilyuk Maria** – PhD Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [gavrilukm@ukr.net](mailto:gavrilukm@ukr.net).

УДК 377.018.43: 629.113.066

Бас К. М., д.т.н., доц., Єрісов М. М.; Сакно О. Р.

## ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ELECTUDE ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ЕЛЕКТРОННОГО ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ

*Дистанційне навчання є викликом викладачу щодо організації проведення лабораторних та практичних робіт. Віртуальна платформа Electude може бути використана, як засіб для вирішення даної проблеми, щодо вивчення електронного та електричного обладнання автомобілів.*

*Distance learning is a challenge to the teacher regarding the organization of laboratory and practical work. The Electude virtual platform can be used as a means to solve this problem, regarding the study of electronic and electrical equipment of cars*

Дистанційне навчання вимагає широкого залучення цифрових технологій, найкращих можливостей здобувача користуватися перевагами глобального освітнього простору. Він може обирати зручний для себе час навчання, має доступ до багатьох джерел навчальної інформації та можливість продовжувати освіту незалежно від місця проживання, стану здоров'я, тощо [1]. А якщо подання навчальної інформації сконцентроване, то доступ до неї підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

Але така форма навчання висуває нові вимоги до ролі викладача, який мусить перевести процес навчання на інший рівень, впроваджуючи і застосовуючи інноваційні технології, освоюючи сучасні програмні продукти. Викладач потрапляє у становище, коли йому не залишається нічого, як постійно вдосконалювати свої заняття, підвищувати творчу активність й кваліфікацію відповідно до вимог часу.

Крім того, перед студентом постає низка проблем: обмеженість або відсутність особистого спілкування з викладачем; недостатність спілкування з однокурсниками; проблеми з колективною роботою та обміном досвідом; проблеми з особистою мотивацією та вмінням навчатися самостійно; потреба в сучасній комп'ютерній техніці та постійним якісним виходом у Інтернет мережу; відсутність технічного та технологічного обладнання для досягнення практичних результатів навчання.

Вирішення останньої проблеми викликає у викладача багато проблем. Особливо коли це стосується високотехнологічних дисциплін, таких як з електронне та електричне обладнання автомобілів, оскільки після навчання здобувач зобов'язаний мати здатність проводити вимірвальний експеримент, аналізувати техніко-експлуатаційні показники автомобільних-транспортних засобів, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності їхнього використання. Це неможливо без здатності здійснювання технічної діагностики об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

Одним із способів надання відповідних навичок під час дистанційного навчання є використання сучасних онлайн-симуляторів, одним з яких є віртуальна платформа Electude [2], яка надає широкі можливості для вивчення електронного та електричного обладнання автомобілів.

Платформа містить інтерактивні гейміфіковані навчальні модулі та контрольні тестові модулі, а також модулі з перевірки, призначення та симуляції. Модулі мають три рівні "базовий", високий рівень" та "спеціаліст" і структуровані за відповідними темами. Викладач має можливість скористатися запропонованими розробниками групами модулів «Електротехніка», «Електричний привод», «Освітлювальні прилади», «Практичний симулятор Electude», але більш доцільно скомпонувати із запропонованих модулів власну



дисципліну, яка відповідає за змістом та структурою класичній уяві про освітні компоненти вітчизняних освітніх програм.

Окрім класичних тем, які стосуються джерел живлення, систем пуску, системи запалювання та т.п., платформа дозволяє розглянути шину мережі локальних контролерів (CAN-шина), електричні і гібридні автомобілі (їх будову та обслуговування). Практичну та лабораторну курсу підготовку можна покращити надавши можливість вивчити порядок застосування спеціалізованого обладнання та інструменту, опанувати віртуальну роботу з вимірною апаратурою (мультиметром, струменевими кліщами, осцилографом, діагностичною системою та т.і.).

Здобувачі можуть самостійно і зовсім безпечно для себе проводити досліди з електричними приладами (рис. 1).

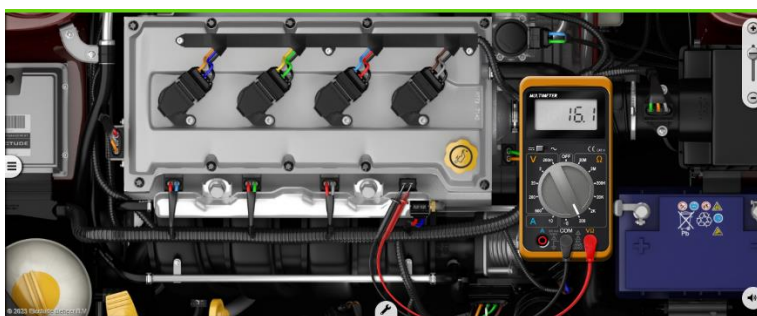


Рисунок 1 – Перевірка (вимірювання опору) форсунки

Здобувачі мають можливість використовувати комп'ютери, ноутбуки, планшетні ПК, мобільні пристрої, що мають доступ до мережі Інтернет, в тому числі з можливістю виведення зображення на телевізорі, проєкційному екрані, на інтерактивній телевізійній панелі, інтерактивній дошці. Робота з онлайн-симуляціями відкриває нові можливості, а саме моделювання симуляцій несправності електрообладнання та електронної апаратури двигуна внутрішнього згоряння.

Використання сучасних технологій зацікавить студентів до поглиблення своїх знань і допоможуть викладачу бути готовим до нових викликів сучасного світу.

#### Список використаних джерел

1. Думанський Н.О. Класи сучасних технологій дистанційної освіти. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Львів, 2008. С.119-125.
2. <https://www.techteachua.com/smj>

**Бас Костянтин Маркович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: [bas.k.m@nmu.one](mailto:bas.k.m@nmu.one).

**Єрисов Микола Миколайович** – асистент кафедри автомобілів та транспортного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: [erisov.m.m@nmu.one](mailto:erisov.m.m@nmu.one)

**Сакно Олена Русланівна** – студентка групи 274-22-1, факультет механіко-машинобудівний, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: [sakno.o.r@nmu.one](mailto:sakno.o.r@nmu.one).

**Bas Kostyantyn** - Ph.D., Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Dnipro University of Technolog, e-mail: [bas.k.m@nmu.one](mailto:bas.k.m@nmu.one).

**Mykola Erisov** - assistant at the Department of Automobiles and Transport Management, Dnipro University of Technolog, e-mail: [erisov.m.m@nmu.one](mailto:erisov.m.m@nmu.one)

**Olena Sakno** - student of group 274-22-1, Faculty of Mechanics and Mechanical Engineering, Dnipro University of Technolog, e-mail: [sakno.o.r@nmu.one](mailto:sakno.o.r@nmu.one).

УДК 629.841.2

Бережна Н. Г.; Волкова Т. В., к.т.н., доц.

## МІСЦЕ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛЯ В УКРАЇНСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ

*Проаналізовано розвиток електропромисловості в світі, досліджено місце України в світовому Топ-рейтингу інтеграції електромобілів та визначено виклики для спеціалістів логістичної галузі України.*

*The article analyzes the development of the electric industry in the world, examines Ukraine's place in the global Top Ranking of electric vehicle integration, and identifies challenges for Ukrainian logistics professionals.*

**Вступ.** Навчання здобувачів зі спеціальностей пов'язаних з транспортом неодмінно повинно стикатися з розглядом екологічних проблем існуючих у світі, і обов'язковим вивченням впливу транспортних засобів та об'єктів транспортної інфраструктури на навколишнє середовище.

Транспорт являється базовою галуззю економіки країни та її розвитку в умовах виробництва, споживання та торгівлі. Автомобільним транспортом здійснюється доставка приблизно 80 % вантажів, що обумовлено високою маневреністю, швидкістю, можливістю здійснювати доставку «від дверей до дверей», можливостями переадресації на шляху доставки. В основу транспортної логістики покладено управління вантажопотоками, оптимізація маршрутів для доставки в пункт призначення.

Транспортна логістика включає: види транспорту; характеристику перевізників; транспортно-технологічні схеми доставки; транспортно-складську систему; оптимізацію параметрів перевізного процесу. Однією з важливих задач цієї логістичної галузі являється вибір сучасних транспортних засобів для виконання перевезень.

Чималу питому вагу серед сукупних логістичних витратах складають витрати на паливо, витрати на технічне обслуговування та технічний ремонт традиційних автотранспортних засобів [1]. Значні поточні витрати [2] та негативний вплив транспортних засобів з точки зору забруднення і шуму, призводять до пошуку альтернативних варіантів забезпечення переміщення вантажів та пасажирів. Тенденцією ХХІ сторіччя – є дотримання принципів екологічного управління, що є важливим чинником забезпеченням сталого розвитку. Це приводить до світових стрімких концепцій запровадження у транспортний процес електромобілів.

Затверджена в Україні у 2018 році Національна транспортна стратегія передбачає до 2030 року перехід 75% громадського транспорту на електричний [3].

**Результати дослідження.** Щодо впровадження енергозберігаючого та енергоефективного транспорту міститься багато інформації в Інтернеті. Щороку підводиться престижний міжнародний рейтинг держав із найвищими темпами розвитку сучасного та перспективного виду транспорту.

У 2016 році міжнародний рейтинг Top 10 Countries In The Global EV Revolution очолювали Ісландія, Швеція, Норвегія, Китай, а на п'ятому місці знаходилася Україна [4]. У 2017 році Україна посіла вже дев'яте місце в Топ-10 країн з найвищими темпами розвитку електротранспорту, залишивши за собою Францію. У 2021 році очолив рейтинг Китай. Ця країна займала лідируючу позицію упродовж 2015-2019 рр., поступившись лише один 2020 рік Норвегії [5].

Таблиця з підсумками конкурсу до 2019 року наведена на рисунку 1 [6]. Починаючи з 2018 року Україна в Топ-10 не потрапляла [7].

Для заохочення населення споживати енергоефективні та екологічні вироби, використовувати екологічний транспорт створюються громадські, наукові, дослідницькі об'єднання та організації [8, 9].

З метою оновлення існуючого в Україні електротранспорту прийнято ряд міжнародних програм. З 2017 року реалізується проект Європейського інвестиційного банку (ЄІБ) "Міський громадський транспорт України", в якому беруть участь 11 міст України. Він передбачає залучення кредитів в обсязі 200 мільйонів євро на закупівлю 550 одиниць пасажирського транспорту. Також реалізується проект Європейського банку реконструкції та розвитку на суму 155 мільйонів євро, в рамках якого очікується оновити 600 тролейбусів у 13 містах України [10].

Збільшення частки електротранспорту в загальному обсязі транспорту індивідуального, комерційного, громадського користування, вимагає перегляду підходу в організації та управлінні транспортно-логістичними процесами.

Згідно даним Automotive від Ultima Media, продажі повністю електричних автомобілів зростуть з 2,3% світових продажів легкових та комерційних автомобілів у 2019 році до 19% до 2030 року, 36% до 2035 року та 80% до 2040 року [11].

Place	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	USA/Norway*	China	China	China	China	China
2		Norway	Norway	Norway	Norway	Norway
3	China	USA	Sweden	USA/Sweden	USA	Netherlands
4	Japan	Netherlands	Iceland		Korea	Sweden
5	France/Germany	France	Ukraine	Korea/Japan	Sweden	USA
6		Japan	USA		Netherlands	Korea
7	---	Korea	Korea/Japan	Iceland	UK	UK/Iceland
8	---	---		Germany	Iceland	
9	---	---	France	Ukraine	Japan	France
10	---	---	Netherlands	France	Germany/Ukraine	Germany

Рисунок 1 – Топ 10 країн з найвищими темпами розвитку електротранспорту

Для спеціалістів логістичної галузі зміни рухомого складу вимагатимуть:

- перегляду технологічних процесів, пов'язаних із заправкою автомобілів;
- перегляду правил щодо того, скільки транспортних засобів слід переміщати, перебуваючи в центрах зберігання або розподілу, щоб уникнути злиття заряду;
- знати небезпеку надмірного навантаження на електротранспорт, який переміщується або розвантажується, оскільки літєві акумулятори схильні до ударів, надмірної температури або вологості;
- враховувати, що споряджена маса електроавтомобіля за рахунок зарядного пристрою, інвертора та електродвигуна може перевищувати масу аналогічного автомобіля з двигуном внутрішнього згорання і т.ін.

Усім, хто бажає долучитися до «зеленої інновації» на транспорті, необхідно усвідомити, що хоча електрокари створюють операційні проблеми, ризики та небезпеки – для логістики транспортних засобів, це майбутнє, до якого потрібно призвичаюватися вже сьогодні –

запроваджувати нові підходи і заходи в навчанні та техніки безпеки; долучати здобувачів освіти до розбудови нових ланцюгів поставок з використанням електротранспорту та безпосередньо приймати участь у підтримці одного з найбільших досягнень XXI сторіччя екологічного майбутнього з електричними автомобілями.

#### Список використаних джерел

1. Volkov, V., Vnukova V., Taran, I., Pozdnyakova O., Volkova, T. Influence of diesel vehicles on the biosphere. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. Vol. 5, 94-99, (2021). URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-5/094> (дата звернення: 10.01.2023).
2. Larina, T. F., Kravcov, A. G., Berezhnaja, N. G., Kutiya, O. V., & Fenenko, K. A. (2019). Implementation of logistic approaches in forming the agricultural export strategy in Ukraine. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 4(1), 17-24. doi:10.14254/jsdtl.2019.4-1.2. (дата звернення 14.01.2023).
3. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Дата оновлення 07.04.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення 15.02.2023).
4. ECOBUSINESS GROUP. Платформа рішень для менеджерів природоохоронної діяльності. Дата оновлення 04.04.2018. URL: <https://ecolog-ua.com/news/ukrayina-u-top-10-krayin-iz-naurozvyunenishum-elektrotransportom> (дата звернення 20.02.2023).
5. <https://cleantechnica.com/2022/05/06/2021s-top-3-countries-in-the-global-ev-revolution-part-2/>. Дата оновлення 06.05.2022. (дата звернення 06.03.2023)
6. Top 10 Countries In The Global EV Revolution: 2019 Edition. Дата оновлення 05.03.2020. URL: <https://insideevs.com/news/402528/top-10-global-ev-countries-2019/> (дата звернення 06.03.2023).
7. 2020's Top 10 Countries in the Global EV Revolution. Дата оновлення 21.03.2021. URL: <https://www.dailykos.com/stories/2021/3/21/2022085/-2020-s-Top-10-Countries-in-the-Global-EV-Revolution> (дата звернення 20.02.2023).
8. ЕКО трансформація – 2021. Головне визнання ЕКОсфери. Дата оновлення 19.02.2020. URL: <https://ecoaward.ecolog-ua.com/> (дата звернення 02.03.2023).
9. Екологія. Технології. Транспорт. Дата оновлення 19.02.2020. URL: <https://ecofactor.ua/> (дата звернення 15.03.2023).
10. Програма Європейського банку реконструкції та розвитку. Дата оновлення 24.09.2021. URL: <https://www.eximb.com/ua/business/klientam-msb/msb-kredyty/msb-finansuvannya-v-ramkah-program-mizhnarodnyh-finansovyh-organizacij/msb-ebrr.html> (дата звернення 30.03.2023).
11. Екологічний виклик майбутнього: логістика електромобілів. Дата оновлення 28.09.2021. URL: <https://ecolog-ua.com/news/ekologichnyy-vyklyk-maybutnogo-logistyka-elektromobiliv> (дата звернення 02.04.2023).

**Бережна Наталія Георгіївна** – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: [bereg\\_nat@ukr.net](mailto:bereg_nat@ukr.net).

**Волкова Тетяна Вікторівна** – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [wolf949@ukr.net](mailto:wolf949@ukr.net).

**Berezhnaja Natalija** - Dr.Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnological University, e-mail: [bereg\\_nat@ukr.net](mailto:bereg_nat@ukr.net).

**Volkova Tetiana** - Dr.Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of Transport Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [wolf949@ukr.net](mailto:wolf949@ukr.net).

УДК 656.1

Бережняк І. А.; Дорошук В. О.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В УМОВАХ МІСТА

*Вивчення закономірностей формування транспортних потоків, дослідження їх динаміки та оптимізація в міських умовах безпосередньо впливає на організацію та регулювання дорожнього руху та сприятиме підвищенню його безпеки.*

*Studying the patterns of traffic flow formation, researching their dynamics and optimization in urban conditions has a direct impact on the organization and regulation of road traffic and will improve its safety.*

Для сучасного суспільства безперечно важливо постійно розширювати вже існуючі мережі транспортних систем. Проте для того, аби забезпечити їх якісне функціонування, потрібно враховувати безліч умов та закономірностей, що дуже ускладнює її реалізацію.

Основними умовами є:

- зниження навантаження на транспортну систему;
- забезпечення найвищого рівня безпеки;
- дотримання норм екологічності.

Виконання цих умов потребує значних затрат на поліпшення транспортної інфраструктури, перетворення її на варіативну, універсальну логістичну систему. Без урахування вищезгаданих умов під час проектування транспортних мереж ймовірність виникнення ускладнень при їх експлуатації надзвичайно висока.

Теорія транспортних потоків розвивалась у різних областях науки, і це дало можливість накопичити великий досвід досліджень процесів руху транспортних засобів. Загальний рівень дослідження і практичного використання теорії транспортних потоків недостатній через наступні фактори [1]:

- транспортний потік є нестабільним та різноманітним, отримання об'єктивної інформації про нього є найбільш складним елементом системи управління;
- критерії якості управління дорожнім рухом суперечливі: треба забезпечити безперервний рух ТЗ, одночасно знижуючи збитки від нього, застосовуючи обмеження на швидкість і напрямок руху;
- дорожні умови, навіть за умови стабільності, мають непередбачені відхилення природно-кліматичних параметрів;
- виконання рішення по управлінню дорожнім рухом на міських вулицях під час його реалізації у багатьох випадках є неточним і це призводить до непередбачених наслідків.

Під час аналізу статистичних даних за останні роки виявлено стійкий рівень чисельності транспортних засобів та темпів автомобілізації в містах України. Цей процес перевищує темпи розвитку транспортної інфраструктури та зумовлює звантаження доріг, що призводить до неефективного пересування в містах, зростання кількості дорожньо-транспортних пригод та збільшення викидів шкідливих речовин у повітрі.

Останнім часом зафіксовано негативну тенденцію – збільшення часу, необхідного для подолання одного і того ж маршруту. На перший погляд може здатися, що це не так вже й серйозно, але якщо взяти до уваги, яку частину загального часу займають затори, то стає очевидним, що це є свідченням про неефективність функціонування транспортної мережі міста і ситуація потребує вирішення та корегування під сучасні умови.

Для прикладу розглянемо стан проблеми у місті Київ. За даними моніторингового сервісу TomTom, мешканці Києва через затори, у 2021 році, в середньому витрачали на 56% більше часу у поїздки, ніж вони б витрачали за їх відсутності. Тобто, для поїзду по маршруту,

розрахованого на 30 хвилин, потрібно витратити 17 додаткових хвилин на подолання заторів. У зібраних сервісом даних за останні 5 років (рис. 1), найменший рівень завантаженості становив 44% у 2017 році, а найвищий – 56% у 2021 році, при цьому в години «пік» рівень завантаженості близький до 100% [2].



Рисунок 1 – Стан проблеми транспортних потоків у місті Київ

Отже, для вирішення поставленої проблеми можна використати стратегію перерозподілу транспортного навантаження з приватного транспорту на громадський. Оптимальний варіант транспорту, який зможе взяти на себе більше пасажирів, має поєднувати в собі швидкість перевезення, пасажиромісткість та мінімальні інвестиції. У разі потреби у збільшенні пропускної здатності громадського транспорту, розглядаються такі варіанти, як розвиток метрополітену, впровадження швидкого трамваю або покращення автобусного маршруту. Якщо в місті вже існує метрополітен, його мережу можна розширити.

### Список використаних джерел

1. Степанчук О.В. Ефективні методи розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі в сучасних умовах /О. В Степанчук // Вісник Інженерної академії України. К., 2013. Вип. 3-4. – С. 171-174.
2. Kyiv in Traffic index 2021. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2019/09/04/skilky-chasu-kyvany-vytrachayut-na-dorogu-cherez-zatory/>

**Бережняк Іванна Андріївна** – студентка спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [berezhniak\\_m21@nuwm.edu.ua](mailto:berezhniak_m21@nuwm.edu.ua).

**Дорошчук Вікторія Олександрівна** – старший викладач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування e-mail: [v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua](mailto:v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua).

**Berezhniak Ivanna** – student of the specialty 275 "Transport technologies (on road transport)", National university of water and environmental engineering, e-mail: [berezhniak\\_m21@nuwm.edu.ua](mailto:berezhniak_m21@nuwm.edu.ua).

**Doroshchuk Viktoriia** – senior lecturer of the Department of Transport Technology and Technical Service National university of water and environmental engineering e-mail: [v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua](mailto:v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua).

УДК 629.331:004.94

Бикадорова Н. О.; Бурдун В. В. к.пед.н., доц.; Сидоренко Р. С.

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ТРАНСПОРТІ

*В роботі наведено деякі дані стосовно сучасних можливостей з комп'ютерного моделювання різних дорожньо-транспортних пригод. Наголошується, що комп'ютерне моделювання є одним з методів підвищення безпеки на транспорті. Комп'ютерне моделювання дорожньо-транспортних пригод є важливим інструментом, який можна використовувати для підвищення безпеки на транспорті. Моделюючи та аналізуючи різні сценарії, дослідники та інженери можуть отримати цінну інформацію про причини аварій та розробити ефективні рішення для запобігання їх виникненню в майбутньому.*

*The paper presents some data on the current capabilities of computer modelling of various road accidents. It is emphasised that computer modelling is one of the methods of improving transport safety. Computer simulation of road accidents is an important tool that can be used to improve transportation safety. By modeling and analyzing various scenarios, researchers and engineers can gain valuable insights into the causes of accidents and develop effective solutions to prevent them from occurring in the future.*

Безпеку автотранспорту та дорожньо-транспортні пригоди можна вивчати та моделювати за допомогою комп'ютерних симуляцій та програмного забезпечення. Наприклад, національна адміністрація безпеки дорожнього руху США використовує симулятори аварійних ситуацій для перевірки характеристик транспортних засобів у різних сценаріях аварій. Комп'ютерні програми також можуть бути використані для реконструкції дорожньо-транспортних пригод. Моделювання автомобільних аварій дозволяє інженерам тестувати різні конструкції та порівнювати їхні характеристики. Моделі машинного навчання також можна використовувати для прогнозування дорожньо-транспортних пригод до того, як вони трапляться, аналізуючи дані, зібрані з дорожніх датчиків та інших джерел.

Один з найпоширеніших видів комп'ютерного моделювання, що використовується в аналізі дорожньо-транспортних пригод, відомий як "симуляція аварії". У цьому підході дослідники використовують математичні моделі та комп'ютерні алгоритми для імітації фізики дорожньо-транспортної пригоди. Вводячи різні фактори, такі як швидкість транспортного засобу, поведінка водія та дорожні умови, модель може передбачити, як розгортатиметься аварія і якими будуть її ймовірні наслідки.

Моделювання аварій особливо корисне для аналізу високошвидкісних аварій, де задіяні сили занадто небезпечні, щоб відтворити їх у реальному житті. Проводячи симуляції, дослідники можуть вивчати різні сценарії і визначати найбільш ефективні способи запобігання аваріям. Наприклад, вони можуть виявити недоліки конструкції доріг або транспортних засобів, які сприяють аваріям, або розробити нові засоби безпеки, які можуть зменшити ризик травмування або смерті.

Інший тип комп'ютерного моделювання, що використовується в аналізі дорожньо-транспортних пригод, відомий як "реконструкція аварії". У цьому підході дослідники використовують дані з реальних аварій, такі як свідчення свідків, поліцейські звіти та речові докази, щоб реконструювати послідовність подій, що призвели до аварії. Аналізуючи ці дані і створюючи комп'ютерну модель аварії, дослідники можуть краще зрозуміти, що спричинило аварію і як її можна було б запобігти.

Реконструкція аварії особливо корисна для аналізу низькошвидкісних зіткнень, де задіяні сили не такі сильні, як у високошвидкісних аваріях. Реконструюючи аварію, дослідники можуть виявити такі фактори, як відволікання уваги водія, втома або порушення, які сприяли аварії, і розробити стратегії для їх усунення.

Існує багато різних комп'ютерних програм і програмних засобів, які можна використовувати для моделювання дорожньо-транспортних пригод і підвищення безпеки на транспорті. Ось кілька прикладів:

*PC-Crash*. Це широко використовуваний програмний інструмент для моделювання аварій, який використовується реконструкторами аварій, інженерами та дослідниками для імітації зіткнень транспортних засобів. Він використовує фізичні моделі для розрахунку руху транспортних засобів під час аварії і може імітувати різні сценарії, включаючи лобові, бокові та задні удари.

*SIMON* був спеціально розроблений, щоб скористатися перевагами багатого набору функцій, доступних в середовищі моделювання HVE, включаючи конструктор гальм HVE, імітаційну модель ABS, модель водія, моделі "шина-земля", модель розриву шини і запатентовану модель 3-D зіткнення DuMESH. Цей програмний пакет використовується для реконструкції ДТП та моделювання динаміки транспортних засобів. Він дозволяє користувачам моделювати широкий спектр аварій, включаючи перекидання, наїзди на пішоходів та зіткнення кількох транспортних засобів. HVE включає різноманітні моделі для різних типів транспортних засобів, включаючи легкові та вантажні автомобілі, а також мотоцикли.

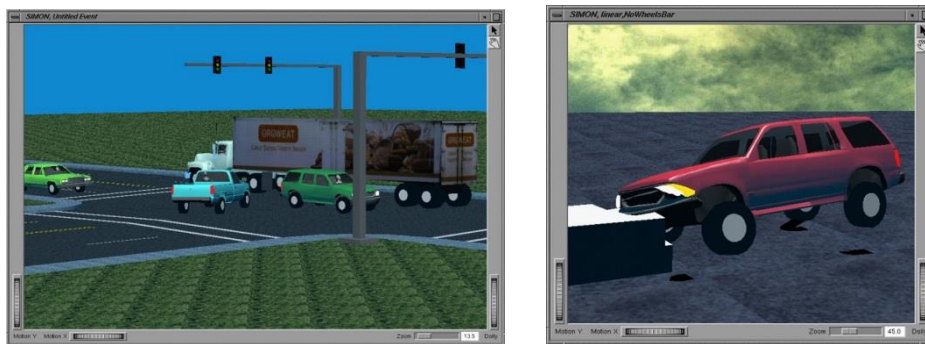


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд діалогових вікон програмного пакету SIMON.

*CarSim*. Програмний інструмент, який використовується для моделювання поведінки легкових і легких вантажівок під час різних сценаріїв водіння. Він включає моделі динаміки транспортного засобу, систем керування та поведінки водія і може імітувати різноманітні ситуації на дорозі, включаючи екстрені маневри, зміну смуги руху та гальмування.



Рисунок 2 – Зовнішній вигляд з сайту Mechanical Simulation.



*Multimodal Traffic Simulation Software*. Програмне забезпечення для моделювання мультимодальних перевезень. Провідне у світі програмне забезпечення для моделювання мультимодального руху *PTV Vissim* відтворює в цифровому вигляді схеми руху всіх учасників дорожнього руху. *PTV Vissim*, якому довіряють планувальники дорожнього руху та інженери з усього світу, оцінює та покращує продуктивність ваших транспортних об'єктів. Результати створюють основу для прийняття рішень щодо планування дорожнього руху та вирішення проблем дорожнього руху, таких як затори та викиди шкідливих речовин. *VISSIM*. програмний інструмент для моделювання дорожнього руху, який можна використовувати для моделювання транспортних потоків та імітації різних сценаріїв руху. Його зазвичай використовують інженери-дорожники та планувальники для оптимізації транспортних потоків та підвищення безпеки на дорогах.

*PC-Crash* дозволяє реконструювати та аналізувати дорожньо-транспортні пригоди та інші інциденти. Понад 6000 інсталяцій програмного забезпечення свідчать про те, що воно стало одним з провідних інструментів для реконструкції дорожньо-транспортних пригод. Основними користувачами для досліджень, навчання та реконструкції є офіси з реконструкції аварій, поліцейські дільниці, страхові компанії, автомобільна промисловість та університети. Включені моделі підтверджені протягом останніх 20 років кількома публікаціями та незліченними краш-тестами. Це програмний інструмент для моделювання аварій з відкритим вихідним кодом, який є у вільному доступі для дослідників та інженерів. Він дозволяє користувачам моделювати різні типи зіткнень, включаючи зіткнення автомобіля з автомобілем, автомобіля з пішоходом і автомобіля з велосипедом.

Загалом, комп'ютерне моделювання дорожньо-транспортних пригод є потужним інструментом, який може допомогти підвищити безпеку на транспорті. Завдяки кращому розумінню причин аварій та розробці ефективних стратегій для їх запобігання, дослідники та інженери можуть допомогти врятувати життя та зменшити травматизм на наших дорогах та автомагістралях.

### Список використаних джерел

1. Crash Simulation Vehicle Models. URL: <https://www.nhtsa.gov/crash-simulation-vehicle-models>.
2. Computer History Museum. Car crash simulation. URL: <https://www.computerhistory.org/makesoftware/exhibit/car-crash-simulation>.
3. Rachel Gordon. Deep learning helps predict traffic crashes before they happen. October 12, 2021. URL: <https://news.mit.edu/2021/deep-learning-helps-predict-traffic-crashes-1012>.
4. How can machine learning predict a driver's car accident risk? July 8, 2021. URL: <https://www.eckellsparks.com/2021/07/08/machine-learning-car-accident-risk>.
5. Marcillo, P.; Valdivieso Caraguay, A.L.; Hernández-Álvarez, M. A Systematic Literature Review of Learning-Based Traffic Accident Prediction Models Based on Heterogeneous Sources. *Appl. Sci.* 2022, 12, 4529. <https://doi.org/10.3390/app12094529>.
6. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Розпізнавання зображень частинок зношування як інструменту для технічної діагностики в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: I Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 205–208.
7. Балицький О.І., Колесніков В.О., Бикадорова Н. О., Рожкова А.Ю. Комп'ютерне моделювання ортогонального точіння жароміцного нікелевого сплаву. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 84–86.

8. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: IX-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 30–34.
9. Колесніков В.О., Бурдун В.В. Комп'ютерне моделювання механічної обробки Ni-Co сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 76–78.
10. Бурдун В.В., Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Васецька Л.О., Колеснікова Є.Б. Використання сучасних комп'ютерних пакетів програм для моделювання механічної обробки модифікованих сталей та сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 78–80.
11. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змашувальні матеріали. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139–146.
12. Колесніков В.О., Еліаш Я., Гаврилюк М.Р., Ревякіна О.О. Застосування методів комп'ютерного зору для оцінки стану поверхневих та підповерхневих шарів заготовок під час механічної обробки з метою отримання більш якісної та безпечної продукції для енергомашинобудування. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності. II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 100–102.
13. Колесніков В.О., Абрамек К.Ф., Хмель Я., Колеснікова Є.Б. Застосування комп'ютерно інтегрованого підходу для оцінки якості стану матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні для підвищення безпеки життєдіяльності. Актуальні питання експертної та оціночної діяльності. II-га міжн. науково-практичн. конф., 25–26 листопада 2021 р., м. Старобільськ – м. Полтава, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021 – Харків: Вид-во Іванченка І. С. С. 98–100.
14. Колеснікова Є.Б., Колесніков В.О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190–203.
15. Гагаркін Я. О.; Колесніков В. О. Приклади застосування ігрового рушія Unreal Engine для створення зображень автомобілів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 64–74.
16. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змашувальні матеріали. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139–146.
17. Колесніков В. О., Васецька Л. О., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 2. Застосування програмного комплексу ABAQUS. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 132–138.

18. Колесніков Валерій Олександрович, Колеснікова Єлизавета Борисівна. Про доцільність використання комп'ютерного пакету Blender в навчальному процесі. Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти: I Всеукраїнська міждисциплінарна науково-практич конф., 27-28 квітня 2022 р. Полтава: матеріали. Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», 2022. С. 65–68.
19. Костиря В. Приклад застосування CAE системи ABAQUS для моделювання пошкодження автомобіля під час ДТП. // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 115 – 124.
20. Balitskii A.I., Ivaskevich L.M., Balitska V.O., Pudło T. Hydrogen infrastructure fire and explosion safety management due to current european union directives. Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення: зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. 12-13 жовт. 2022 р. Львів: ЛДУ БЖД, 2022. С. 455–459. <https://sci.ldubgd.edu.ua/handle/123456789/11068>.
21. Philippe Barbosa Silva, Michelle Andrade, Sara Ferreira. Machine Learning Applied to Road Safety Modeling: A Systematic Literature Review. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). 2020; 7(6):775-790. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.07.004>.
22. Narayana Raju, Haneen Farah, "Evolution of Traffic Microsimulation and Its Use for Modeling Connected and Automated Vehicles", Journal of Advanced Transportation, vol. 2021, Article ID 2444363, 29 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/2444363>.
23. PC-Crash. URL: <https://www.pc-crash.com>.
24. SIMON (SImulation MODEL Non-linear). URL: <https://edccorp.com/index.php/hve-software/simon>.
25. Mechanical Simulation. URL: <https://www.carsim.com>.
26. Multimodal Traffic Simulation Software. URL: <https://www.myptv.com/en/mobility-software/ptv-vissim>.
27. PC-Crash. URL: <http://www.dsd.at>.

**Бикадорова Наталія Олексіївна** – ст. викладачка кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни. e-mail: [itottstar@gmail.com](mailto:itottstar@gmail.com).

**Бурдун Віктор Васильович** – к.пед.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, e-mail: [burdun\\_v\\_v@ukr.net](mailto:burdun_v_v@ukr.net).

**Сидоренко Ростислав Сергійович** – студент групи 2ПОТ за спеціальністю 015.20 «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни.

**Bykadorova Natalia** – senior lecturer in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, e-mail: [itottstar@gmail.com](mailto:itottstar@gmail.com).

**Burdun Viktor** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, e-mail: [burdun\\_v\\_v@ukr.net](mailto:burdun_v_v@ukr.net).

**Sydorenko Rostyslav** – student of group 2POT, for specialty 015.20 “Professional education. Transport”, Luhansk Taras Shevchenko National University, city of Poltava, city of Lubny.

УДК 629.113

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Цимбал О. В.; Андрощук В. Д.

## ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ МІСЬКИМ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА КРИТЕРІЯМИ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ

*Якість обслуговування пасажирів, що користуються міською пасажирською транспортною системою, є важливою економічною та соціальною проблемою кожного міста. Від якості надання послуг з перевезення пасажирів залежить ефективність функціонування усіх міських об'єктів.*

*The quality of service for passengers using the city's passenger transport system is an important economic and social problem of every city. The efficiency of the functioning of all city facilities depends on the quality of passenger transportation services.*

**Вступ.** В ринкових умовах проблема якості обслуговування пасажирів зазвичай повинна вирішувати муніципальна влада міста за допомогою економічного змагання перевізників за пасажира в умовах рівної конкурентної боротьби. Зараз існують лише окремі фрагменти ринкового підходу до якості обслуговування пасажирів. Так, завдання створення маршруту перевізник вирішує самостійно, якщо має приватну форму власності на транспортні засоби. Дуже часто цей маршрут співпадає з маршрутом, який обслуговує перевізник комунальної форми власності. Отже, серед перевізників повинна виникнути конкуренція за пасажира, де головними аргументами мають стати якість обслуговування та тариф за проїзд. Але конкуренції не виникає, оскільки вони перевозять категорії пасажирів, що значно відрізняються за показником платоспроможності.

**Основна частина.** Саме через відсутність конкуренції страждає і якість обслуговування пасажирів: за рахунок збільшення інтервалів руху і переповнення салонів рухомого складу приватні перевізники порушують умови перевезення платоспроможних пасажирів, а комунальні перевізники, в свою чергу, також порушують умови перевезення, збільшуючи час очікування транспортного засобу пільговими категоріями пасажирів з причини збільшення інтервалу руху, а також внаслідок порушень розкладу руху.

Отже, для муніципальної влади міста захист інтересів пасажирів у питанні якості їх обслуговування перевізниками є актуальною проблемою.

В роботі запропоновані підходи для вирішення найважливіших складових проблеми якості обслуговування пасажирів, для чого потрібно:

- чітко сформулювати права пасажирів під час користуванні маршрутами міської пасажирської транспортної мережі в сучасних умовах;
- однозначно сформулювати критерії якості обслуговування пасажирів як сукупність, яка допоможе виявити порушення прав пасажирів при користуванні маршрутом міської пасажирської транспортної системи в сучасних умовах;
- визначити поняття раціональної організації маршруту, при якій порушення прав пасажирів відсутні;
- визначити еталонні значення показників якості обслуговування пасажирів при раціональній організації маршруту;
- визначити механізм розрахунків показників якості обслуговування пасажирів в межах конкретного маршруту при порушенні організації роботи маршруту;
- створити економічну модель для практичних розрахунків показників якості обслуговування пасажирів на маршруті міської пасажирської транспортної мережі в ринкових умовах за допомогою інформаційних технологій.

Міська пасажирська транспортна система виникає на певному етапі розвитку міста. Спочатку вона включає один вид транспорту, яким зазвичай є автомобільний. Далі разом з розвитком міста іде процес ускладнення міської пасажирської транспортної системи.

У великих містах пасажирська транспортна система перетворилася на складну соціально-економічну систему, в якій взаємодіють різні види міського пасажирського транспорту: автобус, трамвай, тролейбус, метро, маршрутне таксі, мікроавтобус, міський та приміський електропоїзди, річкові трамваї, таксі, фунікулери. Всі інші види міського пасажирського транспорту, крім таксі, здійснюють перевезення пасажирів на основі маршрутної форми організації роботи транспортних засобів. Розподіл міської пасажирської транспортної системи з маршрутною формою організації роботи рухомого складу на підсистеми включає в себе види міського пасажирського транспорту, графіки роботи, рейси та маршрути.

Найменшою підсистемою міської пасажирської транспортної системи, що входить до підсистеми Маршрут, є Рейс. Елементами підсистеми Рейс є: транспортна одиниця; пасажир, що знаходиться на зупинках маршруту; пасажир, що переміщується від однієї зупинки до наступної в салоні транспортного засобу; сукупність зупинок маршруту, на яких здійснюється посадка та висадка пасажирів з транспортних засобів. Переміщення кожної транспортної одиниці має бути узгоджено з переміщеннями транспортних засобів інших рейсів даного маршруту.

Прибуття пасажирів на зупинку маршруту є стохастичним процесом, який залежить від часу доби та конкретної зупинки. Вихід пасажирів з транспортної одиниці на зупинці є також стохастичним процесом, що залежить від часу доби, конкретної зупинки, кількості пасажирів у транспортному засобі, який прибув на зупинку. Кількість пасажирів, що здійснять посадку до транспортної одиниці на зупинці, залежить від кількості вільних місць всередині.

За рахунок ринкових умов роботи підсистему маршрут ускладнили, а саме:

- на одному і тому ж маршруті може працювати рухомий склад, що належить різним перевізникам з різними формами власності;
- на одному маршруті може працювати рухомий склад, який має характеристики, що значно відрізняються (за комфортністю, пасажиромісткістю, швидкістю руху, переліком послуг, які надаються пасажиру);
- існування різних вимог для відбору пасажирів, які очікують на зупинці, для проїзду в транспортному засобі. Так, на маршрутах здійснюються рейси, що перевозять пасажирів, які розраховуються за проїзд лише готівкою, а також існують рейси, які перевозять пасажирів всіх категорій, в тому числі пільгові.
- наявність різних тарифів за проїзд пасажирів на одному маршруті при використанні ними різних рейсів;
- використання різних процедур формування моменту початку рейсу. Так, для автобусів комунальної форми власності, момент початку рейсу визначається наявним плановим розкладом, який доводиться до відома пасажирів за допомогою інформаційного табло, що знаходиться на зупинці. Водночас, момент початку рейсу маршрутного таксомотора приватної форми власності формується оперативно водієм із урахуванням тільки інтересів перевізника;
- наявність пільгових категорій пасажирів, що не сплачують за проїзд і яких повинні обслуговувати рейси певних перевізників безкоштовно;
- виникнення випадкової зміни в характеристиках пасажиропотоків маршруту внаслідок порушення запланованого розкладу руху на цьому або іншому маршруті.

Ці та інші умови роботи міської пасажирської транспортної системи в найбільшому обсязі проявляються на рівні рейсу маршруту, а тому мають бути враховані ще на стадії проектування рейсу. При цьому визначаються: модель рухомого складу та момент початку роботи на маршруті, який обчислюється через інтервал, що відокремлює запроєктований рейс від моменту початку роботи попереднього рейсу.

Саме через інтервал руху може бути повністю врахована вся множина факторів, яка супроводжує процес перевезення пасажирів на маршруті міської транспортної мережі. Сукупність моментів початку виконання рейсів визначає плановий розклад роботи рухомого складу на маршруті, що повинен забезпечувати якість перевезення пасажирів (відсутність порушення їхніх прав) та отримання перевізником прибутку (економічні інтереси перевізника).

Права пасажирів, визначені в якості умов, які забезпечують зручність використання пасажиром рейсу маршруту. Такими правами являються:

- право на посадку в транспортну одиницю, яка прибула на зупинку маршруту;
- право на час очікування пасажиром на зупинці маршруту транспортної одиниці, який не буде перевищувати деякого значення, встановленого місцевою владою, для кожного з діапазонів часу доби;
- право на проїзд у комфортних умовах, коли коефіцієнт заповнення салону транспортної одиниці на маршрутних перегонах не буде перевищувати деякого значення, встановленого місцевою владою, для кожного з діапазонів часу доби.

Отже, визначимо показники, які забезпечують проектування раціональних рейсів маршрутів транспортної мережі.

Інтервал руху є показником, в якому інтереси перевізника та пасажирів сходяться, причому бажані напрямки впливу на значення інтервалу руху є діаметрально протилежними: перевізники намагаються збільшити його, за рахунок чого збільшується їхній дохід через збільшення коефіцієнту заповнення салону, а пасажирів хочуть його зменшення задля покращення якості перевезення на основі зменшення коефіцієнту заповнення салону.

**Висновки.** Отже, можна стверджувати, що насправді перевізники і пасажирів зацікавлені у граничних значеннях коефіцієнту заповнення салону, а саме: коли відсутні пасажирів, що стоять у проходах (кожен пасажир займає одне із місць для сидіння), або коли в салоні знаходиться така кількість пасажирів, що зайняті не лише всі місця для сидіння, а люди ще й розташовуються у проходах згідно з нормами заводу-виготовлювача.

Компромiсним рішенням може бути підхід, коли кожна зі сторін погодиться на однакові часткові поступки у своїх інтересах, а саме: пасажирів погоджуються з такою кількістю пасажирів у проходах, на яку буде зменшена максимальна заводська пасажиро- місткість у розрахунках планового значення інтервалу руху.

Для визначення раціонального інтервалу руху на певному маршруті в конкретних умовах його роботи використовується новий показник – компромiсна кількість пасажирів у салоні рухомої одиниці, що базується на принципі однакових втрат своїх інтересів для перевізника й пасажирів. Під раціональним інтервалом слід розуміти такий інтервал руху, який одночасно забезпечує економічні інтереси перевізника і враховує інтереси пасажирів шляхом їхнього узгодження.

При виконанні рейсу маршруту міського пасажирського транспорту економічні інтереси перевізника полягають в отриманні максимального прибутку при виконанні кожного рейсу кожною одиницею рухомого складу. Максимізація прибутку досягається за рахунок максимальне заповнення салону транспортної одиниці пасажирами. Ступінь заповнення салону рухомого складу на міському маршруті залежить від інтервалу руху. При збільшенні інтервалу руху ступінь заповнення салону транспортного засобу пасажирами зростає, а при зменшенні інтервалу руху ступінь заповнення салону пасажирами зменшується.

### Список літературних джерел

1. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: [монографія] / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 176 с.
2. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення: навчальний посібник для студентів. Київ: Видавничий Дім Слово, 2010. 272 с.

3. Нагорний Є.В. Комерційна робота на автомобільному транспорті. Харків: ХНАДУ, 2010. 324 с.
4. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: Навчальний посібник. Київ.: НАУ, 2008. 469 с.

**Біличенко Віктор Вікторович** – д-р техн. наук, професор, ректор Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: [bilichenko.v@gmail.com](mailto:bilichenko.v@gmail.com);

**Цимбал Ольга Василівна** – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету Вінниця, e-mail: [unicorne@ukr.net](mailto:unicorne@ukr.net);

**Андрощук Віктор Дмитрович** – інженер кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету Вінниця, e-mail: [rozrah@ukr.net](mailto:rozrah@ukr.net).

**Viktor Bilichenko** – Dr. Tech. Sciences, professor, rector of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [bilichenko.v@gmail.com](mailto:bilichenko.v@gmail.com);

**Olha Tsimbal** – assistant professor of the Department of Automobiles and Transport Management of Vinnytsia National Technical University, e-mail: [unicorne@ukr.net](mailto:unicorne@ukr.net);

**Viktor Androschuk** – an engineer of the Department of Industrial Mechanical Engineering of Vinnytsia National Technical University, e-mail: [rozrah@ukr.net](mailto:rozrah@ukr.net).

УДК 629.3.017

Богдан А. П.; Мурований І. С., к.т.н., доц.

## ВИКОРИСТАННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ЗАХОДІВ ПРИ ПІДВИЩЕННІ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

*Розглянуті питання використання маркетингових заходів для підвищення якості транспортних послуг.*

*The issues of using marketing measures to improve the quality of transport services are considered.*

**Вступ.** У сучасному світі зростаючої конкуренції в різних секторах бізнесу компанії шукають нові шляхи покращення якості своїх послуг. Транспортні компанії не є винятком, клієнти яких шукають насамперед швидкість, комфорт і надійність. Використання маркетингових інструментів може стати ключовим для підвищення якості транспортних послуг та підвищення їх конкурентоспроможності на ринку.

Маркетинг ставить завдання системного підходу до організації руху товару, при ефективній організації товароруку кожен із етапів цього процесу повинен плануватися як невід'ємна частина добре урівноваженою і логічно побудованою загальною системою. Однак методи техніко-технологічної інтеграції всіх учасників процесу товароруку є основним предметом вивчення не маркетингу, а логістики. Маркетинг націлений на дослідження ринку, рекламу, психологічний вплив на покупця і т. д. Логістика ж у першу чергу націлена на створення техніко-технологічно сполучених систем проведення матеріалів по товаро-провідних ланцюгах, а також систем контролю за їх проходженням [1].

Маркетинг, як метод дослідження і впливу на ринок, має велике значення для успішного функціонування підприємств транспорту в сучасних умовах. Маркетинг на транспорті зазвичай називають транспортним маркетингом, відзначаючи не стільки сферу застосування, скільки особливості, що відрізняють його від маркетингу інших видів послуг і маркетингу промислових і споживчих товарів [2].

**Результати дослідження.** Для підвищення якості транспортних послуг, можна використати різні маркетингові заходи.

**Залучення клієнтів.** Одним із найважливіших аспектів маркетингу є залучення клієнтів, тому транспортні компанії повинні надавати просту для розуміння інформацію про свої послуги, проводити цільові маркетингові кампанії та використовувати соціальні мережі для залучення клієнтів.

Залучення клієнтів може бути забезпечено впровадженням програми лояльності, яка стимулює повторні покупки та використання послуг компанії старими клієнтами. Ці програми можуть включати знижки на обслуговування, спеціальні пропозиції та привілеї для постійних клієнтів. Це підвищує лояльність клієнтів і підвищує їхню задоволеність обслуговуванням.

**Якість обслуговування.** Ще одним важливим аспектом є забезпечення якості обслуговування, оскільки це є ключовим фактором успіху транспортної компанії. Компанії повинні надавати своїм клієнтам послуги високої якості, включаючи комфорт, безпеку та надійність. Крім того, можна використовувати відгуки клієнтів і рейтинги для покращення сервісу на основі отриманої інформації. Гарантії якості можна досягти шляхом удосконалення автопарку, підвищення кваліфікації персоналу і розробки більш ефективних процедур і процесів обслуговування. Наприклад, застосування систем GPS може допомогти зменшити час доставки вантажів, компанії можуть використовувати технологію моніторингу транспортних засобів, щоб ефективніше відстежувати місцезнаходження транспортних



засобів і планувати маршрути. Методи контролю якості послуг також можуть бути використані для забезпечення якості послуг і зниження ризику незадоволеності клієнтів.

Прогнозування продажу. Хоча на сьогоднішній день це, в основному, функція відділу маркетингу, логісти в цьому процесі повинні брати найактивнішу участь. Логістика повинна визначати можливість накопичення запасу продукту, коригувати надходження певного виду сировини, матеріалів і таким чином впливати на встановлення часу початку акцій з просування продукту, висування даного продукту на новий ринок або канал продажу. Інформування відділу маркетингу про можливості логістики створює конкурентну перевагу. Для успішної взаємодії необхідно здійснювати середньострокове планування. Ця необхідність пов'язана з тим, що накопичення продукту і його доставка вимагають певного часу. Так, від моменту виникнення бажання закупити сировину до моменту його приходу на склад проходить від двох до трьох місяців. Мати великі склади із сировиною не вигідно: це заморожені гроші, та й сировина має свій термін зберігання. Тому відділу маркетингу доцільно готувати ковзний план, тобто план на наступний місяць плюс точний прогноз ще на два. Це дозволяє логістиці керувати ситуацією. Розуміючи, що має відбутися через три місяці, можна встигнути підвезти сировину і матеріали, накопичити запаси готової продукції, підготувати виробництво, внести корективи [1].

Мета та цілі. Щоб досягти успіху в покращенні якості транспортних послуг, компанія також повинна розуміти свою мету та цілі, а також розуміти потреби та очікування своїх клієнтів. Тільки після цього вони можуть розробити маркетингову стратегію, спрямовану на досягнення цих цілей.

Визначення регіонів збуту. При визначенні цільових ринків для деяких видів товарів необхідно встановити регіони збуту і способи просування товару до кінцевого споживача. Без урахування логістичних спроможностей це зробити неможливо. Наприклад, компанією здійснено запуск проекту з виготовлення і продажу мінеральної води. Це регіональний товар, який немає сенсу везти занадто далеко (вартість транспортування може перевищувати вартість продукту). У цьому випадку служба маркетингу та департамент логістики спочатку повинні визначити максимальну відстань доставки та відповідно регіони, де товар буде продаватися. Після того, як буде накреслено круг з виробництвом у центрі, визначено обсяг ринку і необхідний обсяг виробництва, можна розробляти план виведення продукту на ринок [1].

Цифрові маркетингові компанії. Одним із найефективніших маркетингових інструментів для транспортних компаній є використання цифрових маркетингових кампаній. Інтернет і соціальні медіа можуть допомогти транспортним компаніям залучити нових клієнтів, зберегти існуючих клієнтів і підвищити лояльність.

Наприклад, компанії можуть використовувати різні інтернет-ресурси, такі як електронна пошта, блоги, відео та соціальні мережі, щоб залучити нових клієнтів і налагодити ефективнішу комунікацію з клієнтами. Крім того, компанії можуть використовувати такі методи інтернет-маркетингу, як контекстна реклама, веб-аналітика та пошукова оптимізація, щоб забезпечити ефективнішу комунікацію з клієнтами та залучити нових.

Тому використання методів маркетингу може стати для транспортних компаній важливим засобом підвищення якості транспортних послуг. Однак, необхідно також пам'ятати, що маркетинг повинен бути підкріплений підвищенням якості самого сервісу.

**Висновок.** Таким чином, маркетинг може бути важливим засобом підвищення якості транспортних послуг, але він повинен підтримуватися підвищенням якості самих послуг. Транспортні компанії повинні розуміти свої цілі та потреби клієнтів, розробляти ефективні маркетингові стратегії та впроваджувати нові технології та процеси для забезпечення безпеки та якісного обслуговування клієнтів. У майбутньому відповідні ресурси можуть бути спрямовані в інші сфери діяльності компанії для підвищення її продуктивності та ефективності.

Загалом маркетингова діяльність допомагає транспортним компаніям підвищити якість своїх послуг. Знання потреб клієнтів, надання відповідних рішень і зосередження на

покращенні якості послуг і впровадженні нових технологій і процесів є ключовими. Компанії повинні використовувати такі маркетингові інструменти, як соціальні мережі, програми лояльності та рекламні кампанії, щоб залучити нових клієнтів і забезпечити лояльність існуючих клієнтів. Крім того, компанії повинні бути відкритими до змін і готовими впроваджувати нові інновації, які покращують якість їхніх послуг і підвищують конкурентоспроможність на ринку.

#### Список використаних джерел

1. Альошинський Є.С., Балака Є.І., Шульдінер Ю.В. Транспортний маркетинг та логістика. Ч. 1. Основи транспортного маркетингу та логістики: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 68 с.
2. Маркетинг у сфері транспортних послуг [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://buklib.net/books/37186/> (дата звернення: 9.04.2023).

**Богдан Андрій Петрович** – студент групи ТТМ-11, факультет транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет, e-mail: andriy.ua07@gmail.com.

**Мурований Ігор Сергійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: Igor\_Lntu@ukr.net.

**Bohdan Andrii** – student of group ТТМ-11, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: andriy.ua07@gmail.com.

**Murovaniy Igor** – Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: Igor\_Lntu@ukr.net.

УДК 621.113.004

Борисюк Д. В., к.т.н.; Зелінський В. Й.; Король Б. Р.; Прибега О. В.

## ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЯВЛЕННЯ

*Представлено основні причини виникнення несправностей двигунів внутрішнього згорання автомобілів та методи їх виявлення.*

*The main causes of malfunctions of car internal combustion engines and methods of their detection is presented.*

**Вступ.** В останні роки на дорогах України з'явилася велика кількість автомобілів закордонного виробництва. З них більше 70% – «у віці» і за роками, і за пробігом. Деякі вже зараз вимагають того чи іншого ремонту або слід очікувати, що ремонт знадобиться в найближчому майбутньому. Однак, і нові автомобілі, куплені зовсім недавно, згодом також вимагатимуть ремонту. Термін служби іноземного автомобіля у нас виявляється, як правило, меншим, ніж у нього на «батьківщині» – важкі дорожні умови, неякісне паливо, не завжди якісне масло та безграмотне обслуговування поступово (а іноді й швидко) роблять свою «чорну» справу [1, 2].

Часто після досить великого пробігу (більше 150...200 тис. км) автомобіль в цілому залишається в цілком пристойному стані, проте двигун вже зношений і потребує ремонту. Водночас є нерідкі випадки дострокового виходу двигуна з ладу за різними причинами, починаючи з неякісного масла, залитого при черговому технічному обслуговуванні та закінчуючи пошкодженням піддону картера і навіть масляного насоса при наїзді на перешкоду.

Величезна кількість марок та моделей іноземних автомобілів, в основному, минулих років випуску, практична відсутність мережі фірмового сервісу (де, до речі, автомобілі з віком більше 6...8 років не завжди приймають у ремонт) різко загострюють проблему ремонту. Найчастіше його нікому і ніде зробити, навіть маючи змогу придбати необхідні запасні частини.

**Основна частина.** Перш ніж розпочинати ремонт двигуна необхідно визначити причину несправності, тобто визначити деталі або агрегати, що мають ті чи інші дефекти, що впливають на працездатність, ресурс та основні параметри двигуна. Очевидно, несправності двигуна зовні можуть виявлятися у вигляді сторонніх шумів, кольору вихлопу, підтікання або витрати робочих рідин, погіршення основних параметрів (потужність, витрата палива) та ін. Правильно поставлений за цими ознаками «діагноз» дозволяє виконати ремонт з найменшими втратами часу. Так, відомі випадки, коли двигун «розбирався повністю» без вагомих на те підстав, що призводило до суттєвого зростання трудомісткості ремонтних робіт. З іншого боку, іноді при серйозних несправностях двигун, навпаки, розбирається лише частково. Це зазвичай знижує якість ремонту та надійність відремонтованого двигуна, внаслідок чого час і трудомісткість ремонту, загалом, також зростають. Таким чином, трудовитрати при виконанні ремонтних робіт повинні відповідати конкретним несправностям двигуна.

Щоб перед початком ремонту правильно вибрати його технологію (обсяг), необхідно представляти основні несправності, причини їх появи, а також зв'язок із робочими процесами двигуна та його систем.

Можна назвати цілу низку причин, що зменшують термін служби двигунів автомобілів. Наприклад, пил і бруд, яких безліч на наших дорогах, призводять до швидкого засмічення повітряних фільтрів. Іноді (і нерідко), коли немає повної герметизації фільтрувального

елемента з корпусом повітряного фільтра, деяка кількість пилу безпосередньо надходить у двигун.

Паливо також містить велику кількість дрібних частинок різного походження, що викликає прискорене засмічення паливних фільтрів. Якщо фільтр не забезпечує необхідного тонкого очищення палива, то це зменшує ресурс двигуна.

У дизельних двигунів на роботу та ресурс паливної апаратури впливає якість палива. Речовини, що містяться в паливі (наприклад, вода і сірка) викликають корозію деталей насосів і форсунок, призводять до порушень подачі палива. Це в свою чергу може призвести до серйозних несправностей і дефектів деталей двигуна (прогар, поломки поршнів та форкамер і т.д.).

Підвищена запиленість повітря призводить до попадання пилу в паливний бак при заправці та двигун при зміні масла і технічному обслуговуванні. Це ніби дрібниці, однак накопичуючись з часом, вони також роблять свій «внесок» у зниження ресурсу.

Значний вплив на термін служби мають дорожні умови, що вимагають від водія частих змін режимів роботи двигуна. Це характерно для вузьких доріг (часті обгони), для доріг з дефектами покриття (часті розгони та гальмування) тощо. Не секрет, що двигун, довго працюючий на постійних режимах, «ходить» відчутно довше.

Не варто забувати і про в середньому більш тривалі суворі зими у нас, ніж, наприклад, у Західній Європі, Японії чи США. Адже відомо, що один запуск двигуна у «сильний» мороз через погіршене мащення деталей дорівнює пробігу в кілька сотень чи навіть тисяч кілометрів.

І, нарешті, особливо серйозні неприємності завдає несвоєчасне та некваліфіковане обслуговування. Далеко не всі, хто експлуатує автомобілі іноземних виробників, знають, які фільтри та масла підходять, де їх придбати, де і як правильно виконати технічне обслуговування двигуна. Помилки тут можуть зменшити термін служби деяких деталей в десятки і сотні разів. Наприклад, використання масла необхідної в'язкості, але невідповідної якості (дуже поширена помилка) за кілька тисяч кілометрів пробігу може призвести до значного зношування підшипників колінчастого та розподільного валів. Особливо це небезпечно для високооборотних двигунів з турбонадувом, де масло низької якості також швидко виводить з ладу турбокомпресор. Інший приклад – на автомобілях Porsche 911 Turbo з двигунами повітряного охолодження Porsche 993, моторне масло використовується як робоча рідина в системі опалення салону, його кількість приблизно втричі більша, ніж зазвичай у двигуни рідинного охолодження. Тому «фахівець», який не має достатнього досвіду, не зможе на даному автомобілі виконати навіть таку операцію, як зміна масла [3, 4].

Дуже серйозні наслідки викликають, зазвичай, негерметичність системи охолодження, несправність термостата, давача або муфти ввімкнення вентилятора, результатом яких є перегрів двигуна, що часто призводить до розгерметизації стику головки та блоку циліндрів. Попадання охолоджуючої рідини в масло в цьому випадку веде до різкого збільшення зносу основних деталей, а витіснення газом з камери згоряння охолоджуючої рідини, що знаходиться навколо цього циліндра, призводить до його перегріву, деформації площин стику головки та блоку циліндрів, появи тріщин, випаданню сідел клапанів, поломки клапанів та поршнів, коромисел, шатунів.

Практика показує, що достроковий вихід із ладу кожного третього-четвертого двигуна безпосередньо пов'язаний з неправильним технічним обслуговуванням. Надалі і ремонт двигуна виявляється проблематичним через досить низьку поки що кваліфікацію працівників ремонтних підприємств. Нерідко «фахівці», що виконують той чи інший вид ремонту двигуна, погано розуміються на причинах несправностей, їх виявленні, особливостях роботи деталей, можливих способах ремонту, а також, що важливо, не завжди уявляють наслідки помилок, допущених під час ремонту.

Оцінюючи причини виникнення несправностей двигуна, можна умовно розділити їх на три групи (рис. 1). Для двигуна завжди існує певний термін служби, що виражається, зазвичай, у кілометрах пробігу автомобіля. Протягом цього часу відбувається як би «природний» знос

деталей, який при правильній експлуатації та своєчасному технічному обслуговуванні визначається, здебільшого, конструкцією двигуна.

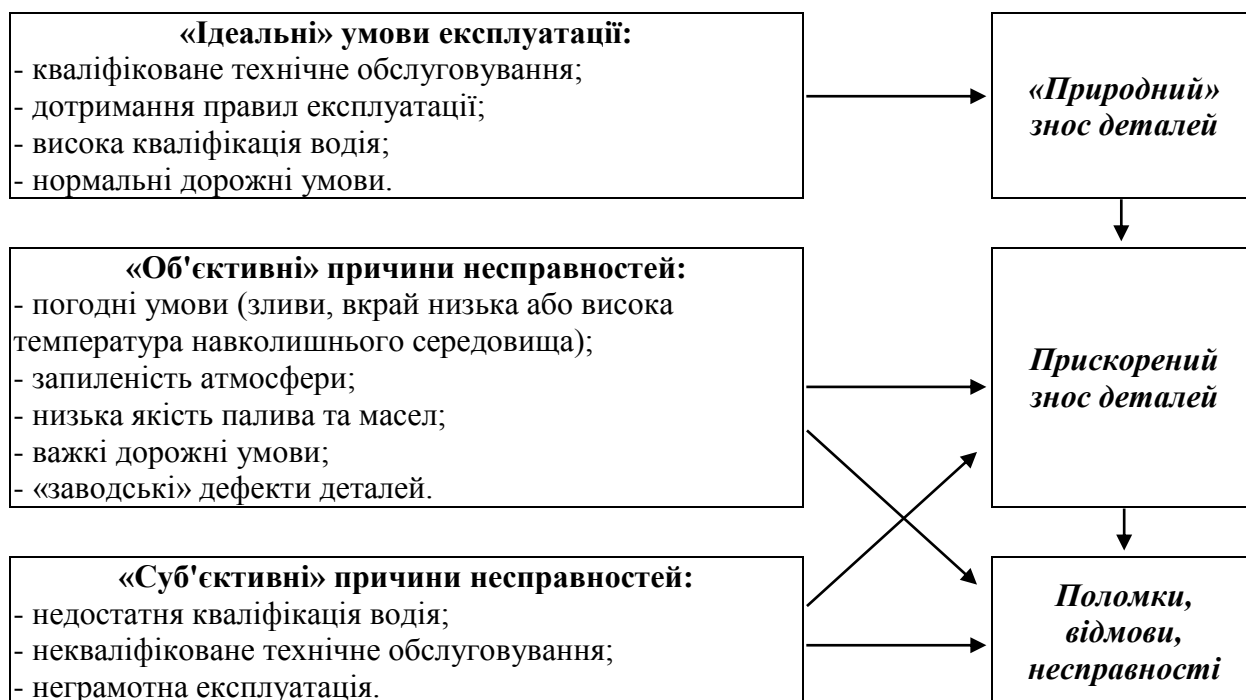


Рисунок 1 – Основні причини виникнення несправностей двигунів внутрішнього згорання

Існує безліч методів та способів виявлення несправностей двигунів внутрішнього згорання [3]:

1. Тепловий контроль – заснований на вимірі, моніторингу та аналізі температури контрольованих об'єктів. Процес передачі теплової енергії, виділення та поглинання тепла в об'єкті призводить до того, що його температура змінюється відносно навколишнього середовища. Розподіл температури по поверхні об'єкта є основним параметром в тепловому методі, так як несе інформацію про процес теплопередачі, його внутрішню структуру та наявність прихованих внутрішніх дефектів. Для отримання детальних теплограм працюючих агрегатів використовуються мобільні тепловізійні камери;

2. Комп'ютерне діагностування – підключення до електронного блоку управління зовнішнього комп'ютера (мотор-тестер та сканер). З його допомогою зчитуються коди помилок, значення сигналів з різних датчиків та процесора управління;

3. Аналіз складу та кількості відпрацьованих газів – дозволяє зробити висновок про характер та умови протікання процесу згорання, а за значенням коефіцієнта надлишку повітря оцінити максимально допустиме зношування деталей циліндро-поршневої групи;

4. Технічне ендоскопування – перевірка технічного стану вузлів та деталей, що мають важкий доступ до них (наприклад, камеру згорання через отвори свічок запалювання);

5. Замір компресії – призначений для вимірювання та контролю компресії в циліндрах двигунів внутрішнього згорання;

6. Аналіз хімічних елементів – визначення вмісту хімічних елементів у різних речовинах, що знаходяться у твердому, порошкоподібному або розчиненому стані, а також нанесених на поверхні та осаджених на фільтри;

7. Вібродіагностичний – фіксування та відповідна обробка параметрів вібрації, що виникають при роботі контрольної групи.

Методи виявлення несправностей двигунів внутрішнього згорання, що не потребують розбирання двигуна, зарекомендували себе як універсальні та оперативні.

**Висновки.** Очевидно, вчасно не усунуті причини прискороеного зносу, а також цілий ряд дуже небезпечних для двигуна об'єктивних та суб'єктивних факторів призводять безпосередньо до відмов та поломок деталей. Як правило, це вимагає демонтажу, часткового або повного розбирання двигуна з подальшим проведенням ремонтних робіт різного ступеня складності. І, як показує практика, вплив деяких швидше суб'єктивних, ніж об'єктивних факторів, буває настільки великим, що загальний пробіг автомобіля з моменту його «народження» до виходу двигуна з ладу може виявитися навіть менше 10...15 тис. км.

Більшість розглянутих методів виявлення несправностей двигунів внутрішнього згорання мають малу інформативність, за деякими параметрами важко встановити точну причину несправності. Відносне різноманіття методів пояснюється тим, що жоден з них не дозволяє врахувати всі вимоги до формування діагнозу, оскільки вони несуть специфічну інформацію різної цінності. Жоден із методів не дозволяє оцінити стан двигуна з достатнім ступенем деталізації. За допомогою поєднання ряду методів можна здійснити глибший контроль, проте це часто вимагає спеціальних умов та тривалого часу.

### Список використаних джерел

1. Коваленко В.М., Щуріхін В.К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
2. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Основи будови та експлуатації автопоїздів / О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Орлов, В.О. Павленко. Київ : Грамота, 2005. 352 с.
3. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія: підручник. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.
4. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 3. Ремонт автотранспортних засобів / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 495 с.

**Борисюк Дмитро Вікторович** — канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222, e-mail: bddv@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

**Зелінський Вячеслав Йосипович** — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7785-2629>).

**Король Богдан Русланович** — студент групи 1АТ-19б факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету.

**Прийбега Олександр Віталійович** — студент групи 1АТ-21мсз факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету.

**Borysiuk Dmytro** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D in Eng.), Senior Lecturer of the department of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Voinov-Internationalistov st., 7, room 3222, e-mail: bddv@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

**Zelinskyi Viacheslav** – Assistant of the department of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Voinov-Internationalistov st., 7, room 3222, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7785-2629>).

**Korol Bohdan** – student of group 1АТ-19b, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnytsia National Technical University.

**Prybeha Oleksandr** – student of group 1АТ-21msz, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnytsia National Technical University.

УДК 629.33

Борисюк Д. В., к.т.н.; Зелінський В. Й.; Сметанюк Д. О.

## МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

*В роботі представлено аналіз існуючих методів діагностування автомобільних генераторів з точки зору їх застосовності в умовах станцій технічного обслуговування.*

*Запропоновано метод експрес-діагностування, дозволяє проводити оцінку технічного стану будь-яких синхронних вентильних генераторів без зняття з автомобіля за параметрами вихідної напруги шляхом зіставлення отриманого значення розмаху пульсації з допустимим.*

*Analysis of existing methods of diagnosing automobile generators from the point of view of their applicability in the conditions of service stations is presented in the paper.*

*A method of express diagnosis is proposed, which allows you to evaluate the technical condition of any synchronous valve generators without removing them from the car according to the parameters of the output voltage by comparing the obtained value of the pulsation amplitude with the permissible value.*

**Вступ.** Головну роль в забезпеченні електроенергією споживачів на автомобілях виконує генератор. Відмови генераторів становлять близько 21% від усіх відмов електро-обладнання автомобілів [1]. Несправність генератора може призвести до різних наслідків: від виходу з ладу акумуляторної батареї або електронних пристроїв до виникнення дорожньо-транспортної пригоди (наприклад, відбувається відключення електропідсилювача рульового управління). У зв'язку з цим виникає необхідність отримання оперативної та достовірної інформації про поточний стан автомобільних генераторів.

**Основна частина.** Для оцінки технічного стану вузлів та агрегатів автомобіля розроблено велику кількість методів діагностування [2, 3], що відрізняються за параметрами вимірювання, принципом вимірювання, способом визначення, засобами діагностування і т.д.

Закономірності зміни технічного стану електрообладнання автомобілів у процесі експлуатації розглянуто в роботах А.В. Акімова, А.Г. Сергєєва, В.Є. Ютта, Н.М. Ільїна, Ю.Л. Тімофєєва, Д.А. Сосніна, В.А. Набоких, Ю.П. Чижкова, А.М. Рєзніка, В.М. Козловського, В.В. Літвіненко, Б.А. Данова, В.Ф. Яковлева, А. Scacchioli, P. Pisu, G. Rizzoni, X. Zhang, H. Uliyar, L. Farfan-Ramos, Y. Zhang, M. Salman та ін.

Класифікація сучасних методів діагностування автомобільних генераторів представлена на рис. 1 [4].

В основу класифікації покладено такі ознаки: параметри, що вимірюються (структурні, робочих і супутніх процесів); принцип вимірювання (суб'єктивні та інструментальні); спосіб визначення (вимагають чи не вимагають демонтажу з автомобіля та розбирання); засоби діагностування (зовнішні, вбудовані та бортові).

Прямі методи (поелементне діагностування, дефектація) мають такі переваги, як точність, наочність, достовірність, можливість застосування досить простої технології вимірювань і звичайного інструменту.

Прямі методи дозволяють визначити структурні параметри, що безпосередньо пов'язані з працездатністю генератора. До таких параметрів можна віднести: електричні опори обмоток статора та ротора, міжвиткової та корпусної ізоляції, напівпровідникових діодів; діаметр та биття контактних кілець; висоту щіток; люфт підшипників та ін.

До недоліків прямих методів діагностування слід віднести необхідність зняття генератора з автомобіля, а також часткового або повного розбирання генератора та високу трудомісткість. Ще одним недоліком прямих методів діагностування є те, що після закінчення робіт

потрібно проведення стендових випробувань генератора, оскільки тільки перевірка відповідності вихідних параметрів технічним нормативам дозволяє встановлювати генератор назад на автомобіль.

В основі суб'єктивних (органолептичних) методів лежать способи визначення технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. Однак отримання, аналіз інформації, а також прийняття рішення про технічний стан проводяться за допомогою органів чуття оператора, що має досить високу похибку.

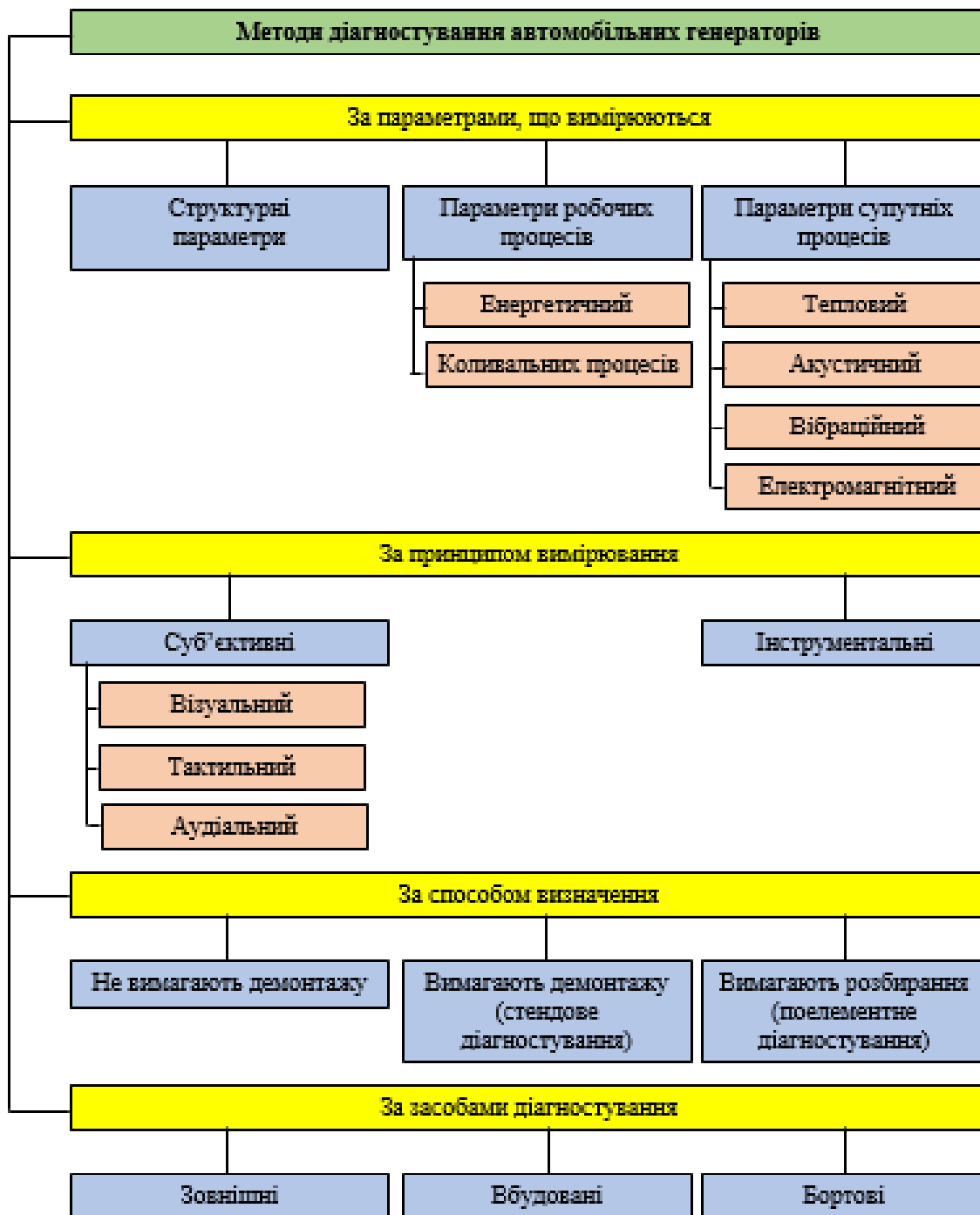


Рисунок 1 – Класифікація методів діагностування автомобільних генераторів

Найбільшого поширення набули такі суб'єктивні методи: візуальний; прослуховування роботи генератора (аудіальний); обмацування генератора (тактильний).



Результати аналізу існуючих методів діагностування показали, що найбільш ефективними в плані достовірності та високої інформативності є методи із застосуванням осцилографа.

На підставі проведеного аналізу було вирішено прийняти як основний діагностичний параметр – розмах пульсації вихідної напруги, як найбільш чутливий до несправностей генераторів.

Основним фактором, що знижує інформативність даного діагностичного параметра є згладжуючий вплив акумуляторної батареї. Для виключення цього фактора пропонується підключати до генератора активне навантаження з одночасним вимкненням його від батареї. Недоліком цього способу є відсутність подібного навантаження в умовах автотранспортних підприємств.

Для визначення діагностичних параметрів пропонується знімати осцилограми на силовому виході генератора, попередньо відключивши його від акумуляторної батареї (рис. 2). Тим самим виключається сгладжувальна дія акумуляторної батареї на форму осцилограм вихідної напруги та підвищується їхня інформативність.

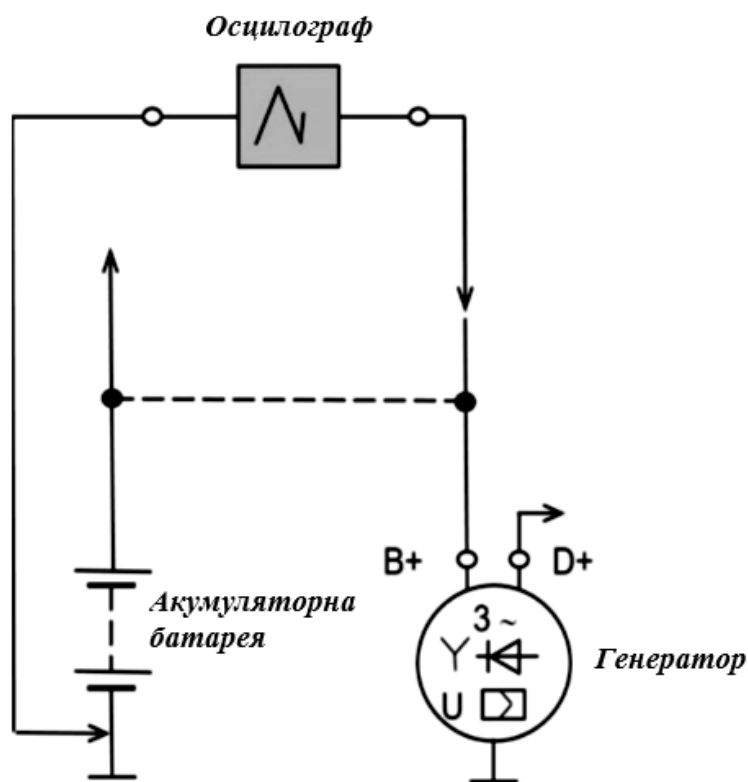


Рисунок 2 – Запропонована схема проведення діагностування генератора:  
V+ – силовий вивід генератора; D+ – вивід на контрольну лампу

Діагностування виконується у наступній послідовності: від'єднують силовий провід вентильного генератора, підключений до позитивної клеми акумуляторної батареї; приєднують «позитивний» щуп переносного осцилографа до силового виводу генератора, «негативний» щуп осцилографа до негативної клеми акумуляторної батареї або до іншого місця, що має надійний контакт з корпусом (масою) автомобіля; здійснюють запуск двигуна автомобіля; включають переносний осцилограф і записують осцилограму вихідної напруги генератора у пам'ять осцилографа або на підключений до нього flash-накопичувач.

Розроблений метод експрес-діагностування дозволяє проводити оцінку технічного стану будь-яких синхронних вентильних генераторів без зняття з автомобіля за параметрам вихідної напруги шляхом зіставлення отриманого значення розмаху пульсації із допустимим.

Розглянутий метод можна віднести до експрес-методів на підставі мінімальної трудомісткості (менше 3 чол.-хв.) та обмеженого числа параметрів, що діагностуються (середнє значення і розмах пульсації вихідної напруги).

**Висновок.** Таким чином, загальними недоліками прямих та суб'єктивних методів діагностування є: низька оперативність, висока трудомісткість, недостатня інформативність. Для усунення цих недоліків розроблено об'єктивні методи діагностування.

Запропонований експрес-метод визначення технічного стану генератора за параметром розмаху пульсації вихідної напруги дозволяє прогнозувати зміну технічного стану генератора під впливом умов експлуатації. Застосування запропонованого діагностичного параметра (розмаху пульсації вихідної напруги) дозволяє оцінити залишковий ресурс генераторів, що підвищить ефективність експлуатації автомобілів за рахунок зниження простоїв у ремонті.

#### Список використаних джерел

1. Коваленко В.М., Щуріхін В.К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
2. Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Основи будови та експлуатації автопоїздів / О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф. Орлов, В.О. Павленко. Київ : Грамота, 2005. 352 с.
3. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія: підручник. Київ : Вища школа, 2007. 527 с.
4. Борисюк Д. В., Заїчко В. О. Класифікація методів діагностування автомобільних генераторів. *Матеріали X-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2022 року: збірник наукових праць, 2022. С. 27-29.*
4. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. Кн. 3. Ремонт автотранспортних засобів / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 495 с.

**Борисюк Дмитро Вікторович** — канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222, e-mail: bddv@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

**Зелінський Вячеслав Йосипович** — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету (21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7785-2629>).

**Сметанюк Дмитро Олександрович** — студент групи 1АТ-19б факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету.

**Borysiuk Dmytro** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D in Eng.), Senior Lecturer of the department of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Voinov-Internationalistov st., 7, room 3222, e-mail: bddv@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8572-6959>).

**Zelinskiy Viacheslav** – Assistant of the department of automobiles and transport management of Vinnytsia National Technical University (21021, Vinnytsia, Voinov-Internationalistov st., 7, room 3222, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7785-2629>).

**Dmytro Smetanyuk** – student of group 1АТ-19b, faculty of mechanical engineering and transport, Vinnytsia National Technical University.

УДК 629.331

Бурдун В. В., к.пед.н., доц.; Бікадорова Н. О.; Хорошевський О. О.

## ПРИКЛАД ЗАМІНИ РЕМЕНЯ ГРМ НА АВТОМОБІЛІ FORD ESCORT

*На основі аналізу інтернет-джерел розглянуті питання заміни ременя системи ГРМ для автомобіля Ford Escort із двигуном Zetec 1.6 л. 16v DOHC L1E. Акцентовано, що в деяких випадках низку технологічних операцій можна виконати самостійно без відвідування СТО.*

*Based on the analysis of Internet sources, the issues of replacing the timing belt for a Ford Escort with a Zetec 1.6L. 16v DOHC L1E engine. It is emphasized that in some cases a number of technological operations can be performed independently without visiting a service station.*

**Вступ.** Ford Escort - це невеликий сімейний автомобіль, який вироблявся компанією Ford of Europe з 1968 по 2000 рік. Загалом було випущено шість поколінь на трьох базових платформах, починаючи з оригінальної задньопривідної Mk.1/Mk.2 (1968-1980), передньопривідної "Еріка" Mk.3/Mk.4 (1980-1990) та останньої версії SE-14 Mk.5/Mk.6 (1990-2002). Його наступник - Ford Focus - був випущений в 1998 році, але останнє покоління Escort було поступово знято з виробництва, а версія з фургоном припинила виробництво у 2002 році на користь Ford Transit Connect.

Escort часто був найбільш продаваним автомобілем у Великій Британії протягом 1980-х та 1990-х років. Загалом за 33 роки було продано понад 4,1 мільйона Escorts усіх поколінь.

Ремінь ГРМ (газорозподільного механізму) являє собою замкнуте гумове кільце, діаметр якого залежить від типу і моделі двигуна. Внутрішня сторона ременя забезпечена спеціальними насічками по всьому периметру. Ось і вся схема ременя ГРМ. Попри його простоту без нього рух автомобіля неможливий. Завданням ременя є зв'язати розподільний вал з колінчастим і синхронізація руху поршнів з клапанами. Оскільки ця деталь виконана з гуми, в роботі вона практично безшумна і не страждає від корозії. Але пристрій ГРМ характеризується постійним тертям між ременем і шківками, через що він зношується і потребує періодичної заміни.

Нині ринок автозапчастин буквально переповнений підробною продукцією. Ремені ГРМ є винятком. Причому підробляють не лише продукцію, що належать до дорогих брендів, а й середньоцінові запчастини. Тому при виборі того чи іншого ременя ГРМ необхідно звертати увагу на його якість і дотримуватися кількох нескладних правил, які допоможуть мінімізувати ймовірність покупки контрафакту.

Здійснюйте покупки у перевірених магазинах. Незалежно від того, який ремінь ГРМ купити ви зібралися, дешевий чи дорогий. Найкраще звертатися до офіційного представника виробника конкретних ременів ГРМ.

Уважно вивчайте упакування. Фірми, що поважають себе, завжди витрачають чималі кошти на якісну поліграфію. Друк на коробках має бути чітким, а зображення не «попливли». Крім того, в описі товару повинні бути відсутні граматичні помилки. Бажано, щоб на пакуванні також була голограма (хоча її завдають не всі виробники).

Уважно вивчіть ремінь та інші елементи з ремонтного комплекту. Безпосередньо на зовнішній стороні ременя завжди є інформація про його призначення та характеристики. Зокрема, вказується торгова марка, розміри та інше. Крім цього, на гумі не повинно бути розшарування, вкраплення чужорідних частинок та інших ушкоджень.

Інформація на пакуванні про параметри ременя повинна завжди відповідати маркуванню, нанесеному на сам ремінь.

Деякі виробники запроваджують онлайн-перевірку оригінальності упакування. Для цього на її поверхню завдають коди, малюнки, QR-коди або іншу інформацію, за допомогою

якої можна однозначно ідентифікувати підробку. Зазвичай це робиться за допомогою смартфона з доступом до Інтернету. Інший варіант – посилання SMS із кодом з упакування.

Пам'ятайте, що підроблений ремінь не тільки не пропрацює належний час (пробіг), але й не буде належним чином забезпечувати роботу газорозподільного механізму та інших елементів двигуна, рух яких він забезпечує. Тому покупка оригіналу — запорука тривалої експлуатації як ремня, так і двигуна.

**Основна частина.** Заміна ремня ГРМ (газорозподільного механізму) – це одна з процедур регламентного ТО автомобіля. Вона потрібна не так часто, як заміна моторної оливи або фільтрів, але не менш, а то й важливіша. У середньому інтервал заміни коливається від 60 до 100 тис. км пробігу.

Якщо ремінь ГРМ не поміняти вчасно, він може обірватися у русі й спровокувати серйозне ламання двигуна. Тому рекомендується іноді перевіряти його стан і звертати увагу на характерні ознаки.

Загалом інструкція із заміни ремня ГРМ виглядає так:

«Піддомкратити» праве переднє колесо та зняти його.

Зняти верхню кришку зубчастого ремня.

Демонтувати нижній захист механізму ГРМ.

Встановити колінчастий вал у ВМТ і виставити на одній лінії мітку на корпусі двигуна та мітки на шківках колінчастого та розподільчого валу.

Перевірити, що мітка ВМТ на маховику збігається з маркуванням.

Зафіксувати положення валів (спосіб та інструмент залежить від марки двигуна).

Послабити ролик-натягувач.

Зняти ремінь.

Зняти та замінити натягувач та допоміжні ролики (якщо є).

Зняти/замінити помпу (якщо потрібно).

Замінити ремінь ГРМ.

Для заміни ремня ГРМ на Ford Escort краще застосовувати динамометричний ключ. Динамометричний ключ — ручний інструмент, гайковий ключ з вбудованим динамометром для контролю моменту затягування різьбових з'єднань.

При пошуку оригінального ремня ГРМ можна знайти такі артикули Ford 1112531, Ford 1663391 (ремкомплект: ремінь та ролики), Ford 6764161 (застарілий артикул). Що стосується аналогів, можна порекомендувати Contitech СТ728 чи Dayco 94326.

Для того, щоб замінити ремінь ГРМ на Форд Ескорт 1,6 л 16v були виконано наступні дії:

1. Автомобіль було загнано на яму, так, щоб край двигуна зі шківом на колінвалі висів у ямі. Колеса були максимально викручено праворуч. Автомобіль ставився на «ручник», про всяк випадок під колеса додавали підставки, і ще бажано поставити на передачу (на п'яту, наприклад). Коли автомобіль «впевнено» стоїть, відбувались технологічні операції з «домкращування», відкручення та знімання правого колеса.



Рисунок 1 – Зняття бачків із рідиною.

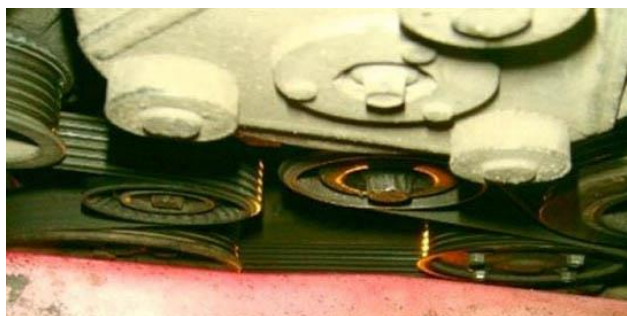


Рисунок 2 – Ремені навісних агрегатів.

2. Відкручувався нижній захист (він пластмасовий), викруткою Т45, відкручувались бачки з рідиною ГУР і рідиною, що охолоджує.

3. Зверху відкручується захист поліклінового ременя, поряд із насосом ГУР. Насамперед поки не зняли ремінь, відкручували чотири болти шківів помпи (на «8»), для цього потрібен подовжений ключ. Потім брався ключ на «15», треба було дістатись до ролика, відтягнути, зняти ремінець та натяжний ролик. Інший ролик відкручується ключем на "13". Далі, зверху знімали шків помпи, двигун потрібно було трохи штовхнути від себе.

4. Було видно три кришки ременя ГРМ. Щоб повернути шків колінвала, потрібно ставити автомобіль на яму (автомобіль на ямі повинен стояти так, як описано на самому початку).

5. Прикручувалось колесо назад, п'ята передача була включена. Знову треба домкратити та знімати колесо.

6. Відкручується перша кришка, потім два болти, одну шпильку кронштейна трубки для ГУР, демонтували другу кришку. Потім відкручували нижній захист, і відкривали доступ до ременя ГРМ та трьох роликів. Перед тим, як почати розбирати, потрібно подивитися натяжку, її бажано запам'ятати «навпомацки»!

7. Загалом, по автомобілю Ford Escort, як і було написано більшості форумів, ремінь у найдовшій прямій його частині, навпроти ролика натягувача, на 90 градусів скручувався пальцями, а між шківками розподільних валів на 70. Ставились мітки.



Рисунок 3 – Ремінь ГРМ на двигуні Zetec 1.6 л.



Рисунок 4 – Заміна ременя ГРМ на Zetec 1.6 Efi Dohc (ГУР, кондей).

8. Далі починали працювати зверху. Відкручували все, щоб дістатися кришки клапанів, знімали кришку і свічки. Накидали знову шківів і болт на колінвал. Далі знімали авто з передачі та коміром, виглядаючи над крилом, крутили двигун за годинниковою стрілкою (проти годинникової стрілки крутити не можна!).

9. Крутити потрібно доти, доки не зійдуться в горизонталь прорізи на звороті розподільних валів. Мітка шківів колінвала повинна встати чітко. У проріз вставляли заготовлену планку 5x230 мм. Після цього почали знімати ремінь.

10. Брали ключ на «17» або насадку Т50, відкручували натяжний ролик, в нього вставляли внутрішній шестигранник 5-ку, відтягували та знімали ремінь. Відкручували ролик та болт пружини, перед цим потрібно відкривати шпильку захисної кришки. Маленький ролик знімали майже без проблем, а для демонтажу середнього потрібна насадка на Т50 і вороток. Щоб насадка влізла, її довелося надпиляти. Працювали великим коміром з ями, сила затягування там така сама, як на болті колінвала.

Змінили ролики, пружину та накинули ремінь. Зробили кілька обертів (це потрібно, щоб струмки на всіх виробках збіглися). Ремінь пружиною натягнувся, як треба. Два ключі вставили, внутрішній шестигранник і Т50 в натяжний ролик абияк, щоб відразу натягнути й затиснути. Натягнули так, щоб при цьому ремінь можна було згорнути приблизно на 70-80

градусів. Після, динамометричним ключем затягували болти на роликах, починали збирати все у зворотному порядку.



Рисунок 5 – Розподвали на двигуні Zetec 1.6 л.



Рисунок 6 – Планка 5x230 мм.

Багато хто замінює ремінь ГРМ на сервісі, проте процедура не з простих, і якщо ви не впевнені, що впораєтеся з нею належним чином, краще довірити виконання процедури людям, які заробляють собі цим на хліб. Вибирати потрібно все ж таки надійне СТО, пам'ятаючи, які труднощі може спричинити обрив ременя.

Ціна заміни ременя ГРМ на СТО розраховується виходячи з марки авто та типу двигуна (тобто, по суті, від складності роботи), кваліфікації майстра та витрат на витратні матеріали.

У середньому ціна комплекту ременя ГРМ на сервісі складе близько 2-2,5 тисяч гривень, приблизно стільки ж візьму і за роботу. Тому, збираючись поміняти ремінь ГРМ на СТО у 2023 році, варто орієнтуватися на цифри близько 5,000 гривень. Точніше можна сказати, розглядаючи конкретне авто.

Вартість заміни ременя ГРМ своїми руками буде природно нижчою, адже тут треба рахувати тільки ціни на всі деталі комплекту. До того ж тут є ширший вибір серед оригіналу чи аналогів, і немає націнки СТО. Таким чином, поміняти ремінь ГРМ буде коштувати близько 1650 гривень - така середня ціна, заснована на вартості 10 різних комплектів (без урахування помпи) для популярних автомобілів.

Об'єктивно оцінюйте свої сили та вибирайте той варіант заміни ременя ГРМ, який підходить вам найбільше.

### Список використаних джерел

1. Ford Escort (Europe). Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Escort\\_\(Europe\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Escort_(Europe)). (дата звернення 15.03.2022).
2. Ремінь ГРМ. URL: <https://etlib.com/wiki/remen-grm-45>.
3. Заміна ременя ГРМ (газорозподільного механізму). URL: <https://etlib.com/blog/145-zamena-remnya-grm>.
4. Цифровий динамометричний ключ. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org>. (дата звернення 15.03.2022).
5. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: IX-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 30–34.
6. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змащувальні матеріали. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: X-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139–146.

7. Бурдун В.В., Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Васецька Л.О., Колеснікова Є.Б. Використання сучасних комп'ютерних пакетів програм для моделювання механічної обробки модифікованих сталей та сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: XV-та міжн. науково-практичн. конф., 8–9 листопада 2022 р.: зб. наук. праць. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 78–80.

8. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: VII-ма міжн. науково-практичн. конф., 8–10 квітня 2018 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 13–24.

9. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: V-та міжн. науково-практичн. конф., 13–14 квітня 2017 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 105–112.

10. Балицький О.І., Колесніков В.О., Хмель Я., Лопаткін І.О., Черняхів П.І. Дослідження зносостійкості матеріалів для деталей транспорту. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: IV-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2017 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2016. С. 60–64.

11. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 166–178. - ISBN 978-966-641-793-3.

12. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179–189.

13. Колесніков В.А. Продукты износа в двигателях автомобилей // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 362–365.

14. Комплект ремня ГРМ. INA. 530 0089 10. URL: <https://dok.ua>.

**Бурдун Віктор Васильович** – к.пед.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, e-mail: [burdun\\_v\\_v@ukr.net](mailto:burdun_v_v@ukr.net).

**Бикадорова Наталія Олексіївна** – ст. викладачка кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни. e-mail: [itottstar@gmail.com](mailto:itottstar@gmail.com).

**Хорошевський Олександр Олександрович** – студент групи 4ПОТ за спеціальністю 015.20 «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни.

**Burdun Viktor** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, e-mail: [burdun\\_v\\_v@ukr.net](mailto:burdun_v_v@ukr.net).

**Bykadorova Natalia** – senior lecturer in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, e-mail: [itottstar@gmail.com](mailto:itottstar@gmail.com).

**Khoroshevs'kyi Oleksandr** – student of group 4POT, for specialty 015.20 “Professional education. Transport”, Luhansk Taras Shevchenko National University, city of Poltava, city of Lubny.

УДК 629.331:621.89

Бурдун В. В., к.пед.н., доц.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

## СУЧАСНИЙ НАУКОВИЙ СТАН ТА ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДЛЯ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТРИБОЛОГІЯ»

*В роботі акцентовано на необхідності застосування останніх наукових досягнень при розробці такої навчальної дисципліни як трибологія. Наголошується, що трибологія може бути дуже перспективною навчальною дисципліною.*

*The paper emphasizes the need to apply the latest scientific achievements in the development of such an academic discipline as tribology. It is emphasized that tribology can be a very promising academic discipline.*

Трибологія вивчає тертя, зношування і змащування взаємодіючих поверхонь під час руху. Це міждисциплінарна галузь, яка поєднує знання з матеріалознавства, фізики, хімії, машинобудування та інших суміжних галузей.

Основна мета трибології — зрозуміти механізми, які керують поведінкою взаємодіючих поверхонь в русі, включаючи те, як відбувається тертя і знос, як мастильні матеріали впливають на поведінку поверхонь, і як матеріали можуть бути розроблені для мінімізації зносу і тертя.

Трибологія відіграє важливу роль у широкому спектрі галузей промисловості, включаючи автомобільну, аерокосмічну, енергетичну, виробничу та біомедичну інженерію. Наприклад, в автомобільній промисловості трибологія використовується для вивчення зносу і тертя компонентів двигуна, таких як поршні, підшипники і шестерні. В аерокосмічній промисловості трибологія використовується для проектування і тестування продуктивності авіаційних двигунів і шасі.

Дослідження в галузі трибології призвели до розробки нових матеріалів і мастил, які можуть покращити продуктивність і довговічність взаємодіючих поверхонь. Це включає розробку самозмащувальних матеріалів і покриттів, а також використання нанотехнологій для модифікації поверхневих властивостей матеріалів з метою зменшення тертя і зносу.

Загалом, наука трибологія є важливою галуззю, яка допомагає нам зрозуміти та оптимізувати поведінку взаємодіючих поверхонь у русі, що призводить до підвищення ефективності, продуктивності та довговічності матеріалів і систем.

За останні роки в трибології з'явилося багато нових матеріалів і відкриттів. Деякі з найбільш значущих з них включають:

*Самозмащувальні матеріали.* Це матеріали, які мають вбудовані змащувальні властивості, що усувають необхідність у зовнішніх мастильних матеріалах. Одним із прикладів є клас матеріалів, відомих як "поверхні, просочені рідиною", які мають шар рідкого мастила, ув'язненого в структурі поверхні. Ці матеріали продемонстрували багатообіцяючу здатність зменшувати тертя та знос у різних сферах застосування.

*Надтверді матеріали.* Це матеріали, які є надзвичайно твердими і стійкими до зносу. Приклади включають алмазоподібні вуглецеві покриття (DLC), які використовуються в багатьох галузях промисловості для зменшення тертя і зносу.

*Наноматеріали.* Наноматеріали мають унікальні властивості, які роблять їх добре придатними для трибологічних застосувань. Наприклад, графен, двовимірний матеріал, що складається з атомів вуглецю, має чудові змащувальні властивості і може зменшити тертя та знос.

*Текстурування поверхні.* Додаючи певні візерунки або текстури до поверхні, дослідники можуть змінювати її властивості тертя та зносу. Наприклад, створення текстури "листоків лотоса" на поверхні може зменшити адгезію та тертя.



*Біомімікрія.* Дослідники все частіше звертаються до природи за натхненням при розробці нових трибологічних матеріалів і систем. Наприклад, шкіра акул та інших водних тварин еволюціонувала, щоб зменшити тертя і опір, і дослідники вивчають ці поверхні, щоб розробити нові матеріали з подібними властивостями.

Загалом, область трибології продовжує залишатися активною сферою досліджень і розробок, де постійно з'являються нові матеріали і відкриття. Ці нові матеріали та відкриття мають потенціал для значного покращення експлуатаційних характеристик та довговічності широкого спектру матеріалів та систем.

Трибологія є важливою дисципліною, оскільки вона відіграє вирішальну роль у покращенні експлуатаційних характеристик, довговічності та надійності матеріалів і систем, в яких взаємодіють поверхні, що знаходяться в русі. Трибологічні дослідження та розробки можуть допомогти зменшити споживання енергії, запобігти передчасному зносу та виходу з ладу компонентів, а також підвищити безпеку та ефективність багатьох промислових процесів та застосувань.

Для розвитку дисципліни трибології необхідно інвестувати в дослідження і розробку нових матеріалів, технологій і методів випробувань. Це вимагає співпраці між дослідниками й практиками в різних галузях, таких як матеріалознавство, машинобудування, фізика, хімія та біомедицина, серед інших.

Одним зі шляхів розвитку дисципліни трибології є зосередження на покращенні розуміння фундаментальних механізмів, які керують тертям, зношуванням і змащуванням взаємодіючих поверхонь. Це вимагає розробки передових експериментальних і обчислювальних інструментів, таких як трибометри, атомно-силова мікроскопія і моделювання молекулярної динаміки, для вивчення поведінки поверхонь на нанорівні й мікрорівні.

Інший шлях розвитку дисципліни трибології - зосередитися на розробці нових матеріалів і покриттів, які можуть зменшити тертя, знос і корозію. Це включає дослідження нових матеріальних систем, таких як самозмащувальні матеріали, надтверді матеріали та наноматеріали, а також розробку нових покриттів і способів обробки поверхні, які можуть поліпшити експлуатаційні характеристики й довговічність компонентів.

Нарешті, важливо співпрацювати з промисловими партнерами, щоб застосовувати нові трибологічні дослідження до реальних проблем і застосувань. Це вимагає міцних партнерських відносин між дослідниками й практиками в промисловості, а також урядом і фінансовими установами, які можуть підтримувати та сприяти розвитку і поширенню нових трибологічних технологій і знань.

Таким чином, розвиток дисципліни трибології вимагає міждисциплінарного підходу, який поєднує фундаментальні дослідження, розробку матеріалів, сучасні випробування та обчислювальні інструменти, а також співпрацю з промисловістю. Поглиблюючи наше розуміння і застосування трибологічних принципів, ми можемо створювати матеріали та системи, які є більш ефективними, довговічними й надійними, що призведе до значних переваг для суспільства й економіки.

### Список використаних джерел

1. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: IX-ої міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С.30–34. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).
2. Колесніков В.О., Бурдун В.В. Комп'ютерне моделювання механічної обробки Ni-Co сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: Зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 76–78.
3. Бурдун В.В., Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Васецька Л.О., Колеснікова Є.Б. Використання сучасних комп'ютерних пакетів програм для моделювання механічної обробки

модифікованих сталей та сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 78–80.

4. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.

5. Балицький О.І., Колесніков В.О., Хмель Я., Лопаткін І.О., Черняхів П.І. Дослідження зносостійкості матеріалів для деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 60-64.

6. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.

7. Bhushan, B. Introduction to Tribology, 2nd ed.; John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, UK, 2013; ISBN 978-1-119-94453-9. DOI: 10.1002/9781118403259.

8. Basics of Tribology: The Guide for Tribotechnology. URL: <https://www.tribonet.org>.

9. George, S.; Haponiuk, J.; Thomas, S.; Reghunath, R.; Sarath, P. S., Eds. Tribology of Polymers, Polymer Composites, and Polymer Nanocomposites, 1st ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2022; eBook ISBN 978-0-323-90749-1; Paperback ISBN 978-3-239-07484-8.

10. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

11. М.Ф.Дмитриченко, Р.Г.Мнацаканов, О.О.Мікосянчик Триботехніка та основи надійності машин: Навчальний посібник. – К.: Інформавтодр, 2006. – 216 с.

12. Максименко О.П. Основи трибології: Навч. посібник / О.П. Максименко, О.Є. Лейко. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2005. – 192 с.

13. Чернець М.В. Дослідження механізмів та триботехнічних систем / М.В. Чернець, Ю.Ю. Скварок, М. Опеляк, Б.І. Кіндрацький. – Під заг. ред. М.В. Чернеця. – Дрогобич: Коло, 2003. – 440 с.

14. Кондрачук, М.В. Трибологія: навч. посіб. / М.В. Кондрачук, В.Ф. Хабутель, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К.: Вид-во «НАУ-друк», 2009. – 232 с. 18. Ремонт автомобілів: навчальний посібник / Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградськ арайонна друкарня, 2007. - 720 с.

15. Вплив тертя на концентрацію напружень та міцність деталей машин : [монографія] / Римар О. М. - Л. : СПОЛОМ, 2013. - 378 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 356-378. - 300 прим. - ISBN 978-966-665-835-0.

16. Дискретне зміцнення та зносостійкість циліндричних трибосистем ковзання : [монографія] / Диха О. В. [та ін.]. - Хмельницький : ХНУ, 2016. - 197 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 173-194. - 300 прим. - ISBN 978-966-330-260-7.

17. Косенко В.А., Кущевська Н.Ф., Добровольський О.Г., Малишев В.В. Сучасні аспекти трибології у транспортних засобах. – К.: Університет «Україна», 2016. – 356 с. – ISBN 978-966-388-546-9.

18. Основи трибології / А.М. Антипенко, О.М. Белас, В.А. Войтов, О.С. Вотченко – Харків : ХНТУСГ, 2008. – 342 с.

19. Основи трибології та хімотології : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Є.С. Венцель, Є.М. Лисіков, А.В. Євтушенко; [Укр. держ. акад. залізн. трансп.]. - Х. : УкрДАЗТ, 2007. - 241 с. - ISBN 978-966-7593-76-6.

20. Поверхневе руйнування та зміцнення матеріалів / М. Пашечко [та ін.] ; Національний ун-т "Львівська політехніка", Дрогобицький держ. педагогічний ун-т ім. І. Франка, Люблінський політехнічний ін-т. - Л. : Євросвіт, 2005. - 384 с.: рис. - Бібліогр.: в кінці розділів. - ISBN 966-7343-91-X.

21. Neale, Michael J. (1995). The Tribology Handbook (2nd ed.). Elsevier. ISBN 9780750611985.
22. Трибология знакопеременного трения / В. Д. Евдокимов ; Одес. нац. мор. ун-т. — Одесса : Интерпринт, 2011. — 431 с. : ил., табл., портр. ; 21 см. — Библиогр.: с. 420—429 (132 назв.). — 200 экз. — ISBN 978-966-2139-24-2.
23. Теоретическая экспериментальная трибология. В 12 т. Т III. Развитие методов контактной трибомеханики : монография / А. Г. Кузьменко. - Хмельницкий : ХНУ, 2010. - 270 с. - ISBN 978-966-330-087-0.
24. Прикладная теория методов испытаний на износ / А. Г. Кузьменко.— Хмельницкий : ХНУ, 2007.— 580 с.— (Теоретическая и экспериментальная трибология; Т. 6). - 300 экз.— Библиогр.: с. 537-552 . - ISBN 966-330-041-8.
25. Поверхностная прочность материалов при трении. Справочник / Под ред. Б. И. Костецкого. — Киев: Техника, 1976. — 291 с.
26. Фізика та механіка трибодизайну матеріалів : навч. посіб. / А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв; Сум. держ. ун-т.— Суми : СумДУ, 2008.— 203 с.
27. Трибофізика : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / В. І. Дворук, В. А. Войтов. — Харків : [б.в.], 2014. — 373 с. : схеми, табл.
28. Триботехнічні та матеріалознавчі аспекти руйнування сталей і сплавів при зношуванні / Попов С.М., Антонюк Д.А., Нетребко В.В. - Запоріжжя: ЗНТУ, ВАТ "Мотор Січ", 2010. - 368 с. - ISBN 966-2906-18-5.
29. Трибологія : підруч. для студ. вищ. техн. навч. закл. / М. В. Кіндрачук, В. Ф. Лабунець, М. І. Пашечко, Є. В. Корбут. - К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту "НАУ-друк", 2009. - 391 с. : рис., табл. - (Сучасний університетський підручник). - Бібліогр.: с. 385. - 500 прим. - ISBN 978-966-598-609-6.
30. Термінологічний словник-довідник з трибології (український, російський, англійський) : навчальний посібник / Богуслаєв В. О., Іщенко Л. Й., Кубіч В. І., Фролов М. В. ; за заг. ред. Л. Й. Іщенко – Запоріжжя : ПАТ «Мотор Січ», 2018. – 218 с.
31. Термінологічний словник-довідник з трибології, надійності та нанотехнологій / М-во освіти та науки України, Запоріз. нац. техн. ун-т ; Л. Й. Іщенко, В. Ю Черкун, В. І. Кубіч, В. В. Черкун ; за заг. ред. Л. Й. Іщенко. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 116 с.
32. Bowden, Frank Philip; Tabor, David (2001). The Friction and Lubrication of Solids. Oxford Classic Texts in the Physical Sciences. ISBN 9780198507772.
33. Dowson, Duncan (1997). History of Tribology (Second ed.). Professional Engineering Publishing. ISBN 1-86058-070-X.

**Бурдун Віктор Васильович** – к.пед.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, e-mail: burdun\_v\_v@ukr.net.

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

**Burdun Viktor** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, e-mail: burdun\_v\_v@ukr.net.

**Kolesnikov Valerii** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

УДК 656.078

Великодний Д. О., к.т.н., доц.; Дубінецький В. В., к.пед.н.; Агапоненко М. І.; Агапоненко М. О.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ ВАНТАЖІВ

Запропонована методика підвищення ефективності вантажних перевезень за рахунок оптимізації оперативного планування, що дозволяє зменшити витрати на доставку.

*A methodology for improving the efficiency of freight transportation by optimizing operational planning is proposed, which allows reducing delivery costs.*

**Вступ.** Для кожного підприємства величезне значення має ритмічна робота, в процесі якої на кожному робочому місці та ділянці виробництва, в кожному виробничому підрозділі буде вироблятися в дану одиницю часу певна кількість продукції. Така робота, як правило, досить ефективна, раціональна і володіє ознакою високої культури виробництва. Однак, як свідчить виробничий досвід, досягти певного і заздалегідь розрахованого ритму виробництва деколи дуже складно. Для цього потрібно забезпечити повну узгодженість дій всіх структурних підрозділів у часі, забезпечити їх виробничу пропорційність, постійно відстежувати можливі збої узгодженого ритму виробництва і вводити поправки в його хід, якщо десь на якійсь ділянці встановлений ритм буде порушений.

Методи організації автомобільних перевезень необхідно розробляти з урахуванням вимог систем виробництва й споживання, що обслуговуються автомобільним транспортом, і на основі координації дій всіх учасників транспортного процесу включаючи водія. На рівні оперативного планування вантажних автомобільних перевезень потреба в доставці вантажів виражається системою попиту. Тому, різні варіанти організації транспортного процесу вимагають різних ресурсних витрат для своєї реалізації. Оперативне планування покликане забезпечити своєчасне та якісне виконання завдань передбачених планами соціально – економічного розвитку підприємства чи фірми.

**Результати дослідження.** Під задачами оперативного планування й керування вантажними автомобільними перевезеннями традиційна транспортна термінологія має на увазі задачі, які вирішуються на завершальному етапі автотранспортного виробництва. Звичайно цим етапом у часовому просторі є доба, рідше – зміна. Рішення цих задач спрямовано на досягнення однієї мети – економічно ефективно використати наявні транспортні ресурси для виконання замовлень на перевезення [1-3].

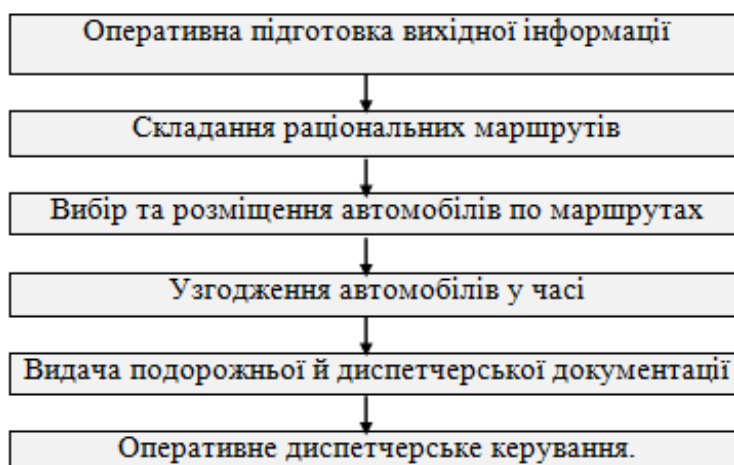


Рисунок 1 – Послідовність виконання робіт змінно –добового планування

Рішення задач оперативного планування може здійснюватися як вручну, так і з використанням засобів обчислювальної техніки. Про задачі оперативного планування, розглянутих поза часовими умовами планування, можна говорити лише як про задачі, що найчастіше виникають на рівні оперативного планування, але не обов'язково розв'язуваних тільки на цьому рівні. У дійсності, ті самі по формах задачі можуть вирішуватися залежно від багатьох обставин з різною періодичністю й, таким чином, у часовому аспекті відносяться до різних рівнів планування.

Паралельне вирішення задач оперативного планування дозволяє врахувати взаємний вплив результатів рішення усіх задач оперативного планування [4-7]. Підвищення ефективності функціонування транспортного комплексу можливо за рахунок розробки та застосування системи підтримки прийняття рішень з використанням комплексної економіко – математичної моделі оперативного планування.

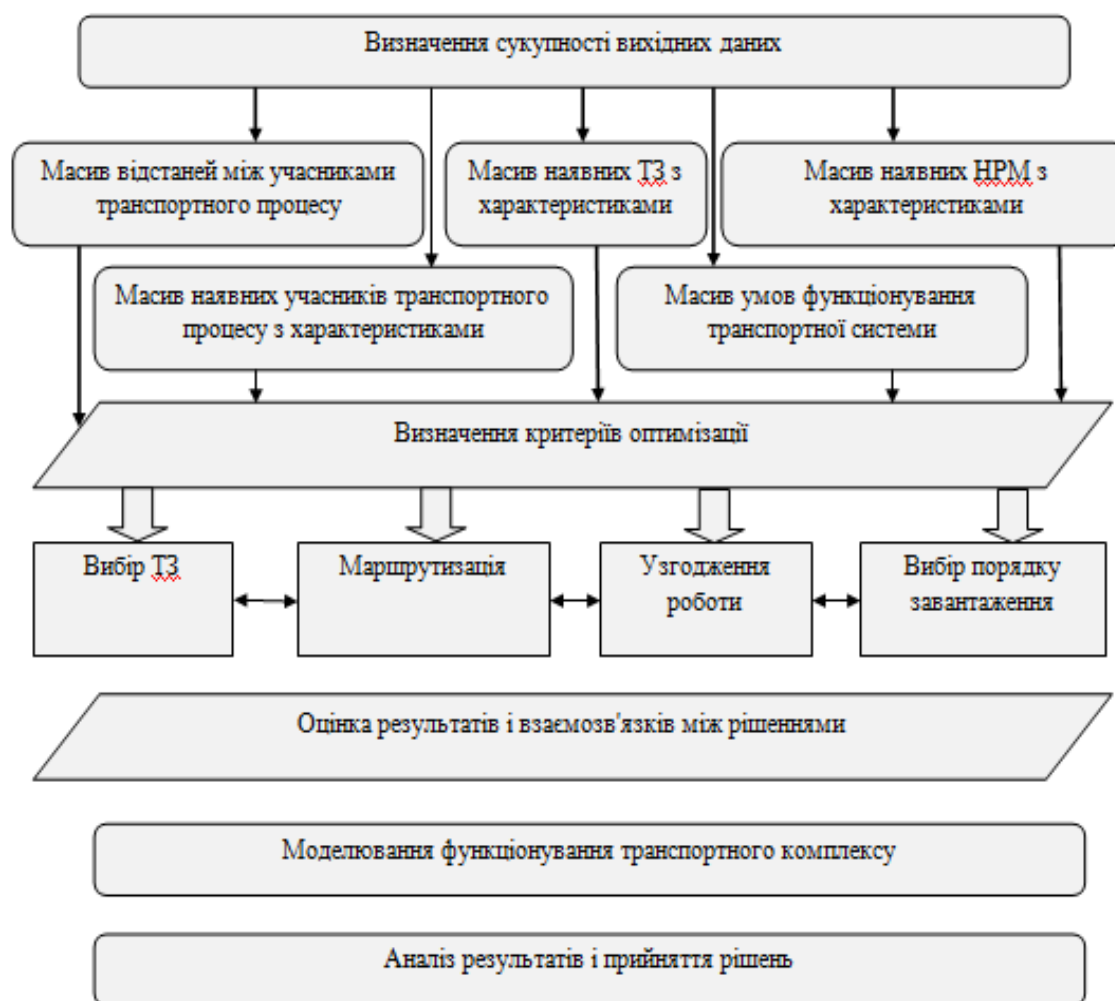


Рисунок 2 – Структурно – логічна схема вирішення задач оперативного планування

Проведений аналіз сучасного стану вирішення задач оперативного планування вантажними перевезеннями на автомобільному транспорті дозволяє зробити висновок, що однією з перспективних задач підвищення якості оперативного планування є врахування взаємного впливу рішень, що приймаються при вирішенні локальних задач.

Рішення вибору раціонального рухомого складу для виконання вантажних перевезень, маршрутизація, розробка графіків роботи, задачі завантаження рухомого складу, як правило, вирішуються на локальному рівні із застосуванням критеріїв, що дозволяють розв'язати проблему без урахування інших рішень оперативного планування. Такий підхід призводить до

того, що оптимальне рішення на одному локальному рівні не дає змогу отримати оптимальне рішення на других локальних рівнях.

Процес оперативного планування можна представити у вигляді моделі для того, щоб оцінити вплив вхідних параметрів та зовнішніх факторів на елементи транспортного процесу. Для розроблення моделі оперативного планування необхідно вирішити поставлені задачі, які вирішуються на оперативному рівні: вибір раціонального транспортного засобу, навантаження автомобіля, розроблення маршруту руху, узгодження роботи, розроблення графіку руху транспортних засобів.

Отже, особливе місце при рішенні завдань побудови оперативних планів доставки вантажів автомобільним транспортом від виробників до споживачів займає розробка графіків спільної роботи, пунктів навантаження у відправників вантажів і пунктів розвантаження в одержувачів. Тільки чітка робота всього транспортного комплексу по правильно складених графіках спільної роботи дозволить економічно ефективно використати товарно-транспортні ресурси. Критеріями раціонального рішення оптимального навантаження транспортного засобу є сумарні витрати на навантаження-розвантаження, складовими яких є витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи, витрати які пов'язані з простоем транспортного засобу та навантажувально-розвантажувальних механізмів та витрати, що пов'язані із запізненням транспортного засобу до вантажоодержувача. Для вибору оптимальної стратегії обслуговування вантажовласників та підвищення ефективності доставки вантажів було складено алгоритм розробки моделі оперативного планування перевезення вантажів автотранспортним підприємством у вигляді структурно - логічної схеми паралельного рішення задач оперативного планування.

При проведенні теоретичних досліджень комплексного вирішення задач оперативного планування було визначено цільову функцію, в якості якої прийнято загальні витрати на доставку вантажів, що найбільш повно характеризує вплив процесу оперативного планування на результати виробничого завдання. В якості моделі об'єкта дослідження обрано модель з наступними вхідними параметрами: номінальна вантажність транспортного засобу, об'єм партії відправок, довжина вантажної їздки, витрати пов'язані із простоем транспортного засобу протягом навантажувально-розвантажувальних робіт, витрати які пов'язані із простоем навантажувально-розвантажувальних механізмів в очікуванні транспортних засобів. Зовнішніми факторами є час навантаження – розвантаження та технічна швидкість транспортного засобу, тому що значення цих показників є випадковими величинами.

**Висновки.** Таким чином, було запропоновано методику паралельного рішення задач оперативного планування, яка враховує взаємний вплив результатів рішення кожної із задач. На базі запропонованої методики було розроблено інтегровану інформаційну автоматизовану систему паралельного рішення задач оперативного планування у вигляді програмного забезпечення, яке дає можливість вирішувати основні задачі оперативного планування у рамках однієї системи.

### Список використаних джерел

1. Павленко О.В., Великодний Д.О. Формування раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством. Комунальне господарство міст. 2020. № 154. С. 223–230.
2. Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. / Ю. О. Давідіч; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 345 с.
3. Нефьодов, В.М. Побудова моделі системи автомобільних перевезень партійних вантажів в містах / В.М. Нефьодов, О.В. Павленко // Комунальне господарство міст. - 2021. - 161. – С. 187-190.

4. Калініченко, О.П. Оптимізація рішення задач оперативного планування вантажних перевезень на автомобільному транспорті / О.П. Калініченко, О.В. Павленко, В.М. Нефьодов // Комунальне господарство міст. 2018. 142. С. 108-113.

5. Нефьодов, В.М. Методика формування ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром [Текст] / В.М. Нефьодов, О.В. Павленко, О.П. Калініченко // Комунальне господарство міст. - 2018. - 142. – С. 96-102.

6. Гандзюк М.О. Розробка методики оперативного планування роботи автомобілів на міжміських маршрутах / М.О. Гандзюк, Д.М. Гандзюк, Б.В. Шумік // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк: ЛНТУ, 2021, №2 (17). С. 47-61

7. Огневий В.О. Вдосконалення методики оперативного планування міських вантажних перевезень /В.О.Огневий, Є.В.Смирнов, Д.В.Борисюк// Вісник машинобудування та транспорту. - 2023. - 2. С. 81-87.

**Великодний Денис Олександрович** – к.т.н, доцент, викладач, ВСП Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету, e-mail: atdvnz@ukr.net.

**Дубінецький Володимир Володимирович** – к.п.н, директор, ВСП Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету, e-mail: atdvnz@ukr.net.

**Агапоненко Микола Іванович** – викладач, ВСП Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету, e-mail: nikolayagaponenko@ukr.net.

**Агапоненко Марія Олександрівна** – викладач, ВСП Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету, e-mail: amoak@i.ua.

**Velykodnyi Denys** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Lecturer, Separate structural subdivision «Motor Transport Technical College of Kryvyi Rih National University», e-mail: atdvnz@ukr.net.

**Dubinetskyi Volodymyr** – Ph. D. (Eng.), Director, Separate structural subdivision «Motor Transport Technical College of Kryvyi Rih National University», e-mail: atdvnz@ukr.net.

**Ahaponenko Mykola** - Lecturer, Separate structural subdivision «Motor Transport Technical College of Kryvyi Rih National University», e-mail: nikolayagaponenko@ukr.net.

**Ahaponenko Mariia** – Lecturer, Separate structural subdivision «Motor Transport Technical College of Kryvyi Rih National University», e-mail: amoak@i.ua.

УДК 629.331

Верецун А. В.; Ануфрієв В. А.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

## ВИСВІТЛЕННЯ ДЕЯКИХ НЕДОЛІКІВ ТА ПЕРЕВАГ ГІБРИДНИХ ТА ВОДНЕВИХ АВТОМОБІЛІВ

*В роботі перелічені деякі переваги та недоліки гібридних та водневих автомобілів. Як приклад наведено гібридні автомобілі марки Cadillac, що випускаються концерном General Motors.*

*The paper lists some of the advantages and disadvantages of hybrid and hydrogen cars. An example is the Cadillac hybrid cars manufactured by General Motors.*

Як гібридні, так і водневі автомобілі можуть допомогти зменшити залежність від викопного палива. Гібридні автомобілі використовують менше бензину, тоді як водневі - водень, який можна виробляти з різних джерел, включаючи відновлювані джерела енергії, такі як вітер і сонце.

З урахуванням нинішніх екологічних обставин у світі, всі автовиробники вкладають величезні кошти в отримання тяги на ведучих колесах не шляхом спалювання чого-небудь у циліндрах ДВЗ, а за допомогою альтернативних силових установок. Так, наприклад, усе частіше на дорогах, прокладених по всіх континентах, зрештою почали з'являтися електромобілі. У них роль «серця» виконує електродвигун, що живиться від акумуляторних батарей. Усе наче добре, ніби й вихлопу шкідливого немає, та акумуляторні батареї малоефективні, примхливі (ємність залежить від температури навколишнього середовища), вибухонебезпечні й дуже дорогі. Тому більшість електромобілів, що експлуатуються нині, не продані, а здані в лізинг на довгостроковій основі [1].

Намагаючись усе-таки знайти вихід із ситуації, що склалася, конструктори вирішили піти на компроміс: якщо не можна повністю запобігти забруднювальному ефекту, то хоча б можна спробувати звести його до мінімуму. Так з'явилися автомобілі з гібридними силовими установками. Гібридні вони тому, що створенням тяги «займається» ДВЗ у парі з електродвигуном [1].

*Гібридне авто (HEV)* — високоекономічне авто, котре рухається завдяки системі «електродвигун — двигун внутрішнього згорання» (надалі двигун), споживаючи як пальне, так і заряд електроакумулятора. Головна перевага гібридного автомобіля — зменшення споживання пального та шкідливих викидів. Ефект досягається повним автоматичним режимом роботи двигуна з допомогою бортового комп'ютера, починаючи від своєчасного вимкнення двигуна під час зупинки в транспортному потоці, з можливістю продовжити рух без його повторного старту, виключно на енергії акумуляторної батареї, та закінчуючи складнішим механізмом рекуперації — використання електродвигуна як генератора електричного струму для відновлення заряду батареї. Існують різні схеми підключення й взаємодії обох двигунів [2].

Гібриди з можливістю підключення до електромережі такий автомобіль, так само званий англ. plug-in hybrid electric vehicle або PHEV, підключати до мережі не обов'язково — але у власника є і така можливість. В результаті водій отримує всі переваги електромобіля без найбільшого його недоліку — обмеження по пробігу за один заряд. Машину можна використовувати як електромобіль більшу частину шляху, а як тільки заряд падає нижче певного рівня, включається невеликий бензиновий або дизельний двигун і машина їде далі як послідовний гібрид приводячи в дію ТЕДи й заряджаючи накопичувачі, після їх зарядки двигун вимикається і цикл повторюється. Зарядка буде відбуватися в основному вночі, в години, коли електроенергія коштує дешевше.



Прикладом PHEV є, модель Chevrolet Volt, що випускається концерном General Motors з 2010 року. Cadillac ELR - це дводверне чотиримісне розкішне гібридне компактне купе з можливістю підключення до електромережі, яке виробляється та продається компанією Cadillac з 2014 року. Використовуючи доопрацьовану версію трансмісії Voltec EREV від Chevrolet Volt, літій-іонний акумуляторний блок ELR забезпечує запас ходу на електротязі 37-39 миль (60-63 км) та максимальну швидкість 106 миль/год (171 км/год) [3].



Рисунок 1 — 2014 Cadillac ELR [7].

ELR походить від концепту Cadillac Converj, який дебютував на Північноамериканському міжнародному автосалоні 2009 року. Запланований до виробництва, а згодом скасований під час банкрутства та реструктуризації GM, і після низки рішень "знову, знову, знову", ELR був схвалений до виробництва у 2014 році з MSRP приблизно в 75 000 доларів — на 35 000 доларів вище, ніж Volt, базовий силовий агрегат якого він поділяє.

Створений під керівництвом Тіма Козуба, Cadillac представив серійний ELR на Північноамериканському міжнародному автосалоні 2013 року, а роздрібні постачання розпочалися в США та Канаді в грудні 2013 року.

Виробництво ELR завершилося в лютому 2016 року, загальний обсяг виробництва склав трохи менш як 3 000 одиниць.

Агентство з охорони навколишнього середовища США (EPA) офіційно оцінило паливну економічність електромобіля ELR 2014 модельного року в комбінованому режимі місто/шосе в повністю електричному режимі на рівні 82 миль на галон бензинового еквівалента (MPG-e) (2,9 л бензинового еквівалента/100 км; 98 миль на галон бензинового еквівалента-імпресія). Цей рейтинг враховує коефіцієнт перетворення 33,7 кВт-год електроенергії в енергетичний еквівалент галона бензину, і ELR має показник енергоспоживання 41 кВт-год/100 миль для комбінованого руху містом/шосе. Рейтинг EPA в режимі їзди тільки на бензині становить 33 миль/галон (7,1 л/100 км; 40 миль/галон) для комбінованого руху. Volt 2014 року має показник 37 миль на 100 км (6,4 л/100 км; 44 миль на 100 км) в режимі їзди тільки на бензині та економію пального в повністю електричному режимі 98 MPG-e (2,4 л бензинового еквівалента/100 км; 118 миль на 100 км в бензиновому еквіваленті). ELR має більшу потужність, ніж Volt, але на 300 фунтів (140 кг) важчий.

Але варто все-таки відзначити, що завдяки гібридним технологіям вдалося значно знизити викиди забруднювальних шкідливих речовин в атмосферу. Вигода від покупки гібридомобіля досить умовна: попри те, що витрата палива дійсно знижена порівняно з витратою побратимів з одним двигуном, кінцева вартість і вартість подальшого обслуговування таких автомобілів перекреслюють усі переваги описуваної схеми.

Також слід, взяти до уваги, що не дивлячись на певні обставини продовжують розвиватись технології, пов'язані з водневими автомобілями [8-15].

Деякі приклади статей про водневі автомобілі включають дослідження аналізу викидів транспортних засобів, що працюють на водні [16], порівняльну оцінку життєвого циклу автомобілів, що працюють на водні [17], і статтю, в якій обговорюється роль водневої технології в майбутньому транспорті [18]. Є також статті про гібридні автомобілі, наприклад, про поточний стан і майбутні перспективи транспортних засобів на водневих паливних елементах [19], а також про можливість використання гібридних автомобілів як сходинки до автомобілів на паливних елементах [20].

Таким чином, гібридні та водневі автомобілі мають низку переваг над традиційними автомобілями, що працюють на бензині, включаючи зменшення викидів, підвищення паливної ефективності, енергетичну незалежність, менші експлуатаційні витрати, покращені характеристики та технологічний прогрес. Ці переваги роблять їх привабливими для тих, хто прагне зменшити свій вуглецевий слід і сприяти сталому життю.

### Список використаних джерел

1. Онлайн-підручник з будови автомобіля. URL: <https://xn--h1afceeb4a.xn--j1amh/structure-avto/dvigatel>. (дата звернення: 15.02.2023 р.).
2. Гібриди з можливістю підключення до електромережі. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org>. (дата звернення: 15.03.2023 р.).
3. Cadillac ELR Hybrid EREV. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cadillac\\_ELR](https://en.wikipedia.org/wiki/Cadillac_ELR). (дата звернення: 15.03.2023 р.).
4. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Мочульський В.М., Гребенюк С.О., Глюзицький О.О. Дослідження матеріалів для розробки гібридних автомобілів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 28 – 38.
5. Шуліка С.О., Серіков О.Р. Застосування нових технологій в гібридних автомобілях Toyota Prius. „Науковий пошук молодих дослідників”. Серія „Технічні науки”. ДЗ „ЛНУ ім. Тараса Шевченка”, 2020 № 4. м. Старобільськ. С. 79 – 87.
6. Шуліка С. О., Серіков О. Р. Гібридні автомобілі // Матеріали I всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених 16 квітня 2020 рік, м. Старобільськ, Україна. С. 100 – 103.
7. Dexter Ford. Silence Is Golden, and Priced Accordingly. May 9, 2014. URL: <https://www.nytimes.com/2014/05/11/automobiles/autoreviews/2014-cadillac-elr-review.html> (дата звернення: 15.03.2023 р.).
8. Бувалець М. Ю., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Стан впровадження водневих технологій на сучасному транспорті. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 97– 102.
9. Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 168–172.
10. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 158–165.
11. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 158–165.
12. Застосування водневих технологій для забезпечення європейських стандартів експлуатації автотранспорту. Козик Василь Васильович, Мрихіна Олександра Борисівна,

Данилович Тарас Богданович, Стеців Ірина Семенівна, Гавриляк Анатолій Степанович, Мельник Володимир Мирославович. International Scientific Journal "Internauka". Series: "Economic Sciences". <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2021-11>.

13. Балицький О.І., Колесніков В.О., Іщенко Б.М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 23–30.

14. Балицький О.І., Колесніков В.О., Іщенко Б.М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 31–45.

15. Балицький О.І., Колесніков В.О., Ревякіна О.О., Абрамек К.Ф., Іваськевич Л.М., Гаврилюк М.Р., Колеснікова Є.Б. Водневий вектор розвитку автомобільного транспорту. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. XIV-та міжн. науково-практичн. конф., 25-27 жовтня 2021 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 22–25.

16. Ugurlu, A. An emission analysis study of hydrogen powered vehicles. Int. J. Hydrogen Energy 2020, 45, 26522-26535. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.05.156>.

17. Candelaresi, D.; Valente, A.; Iribarren, D.; Dufour, J.; Spazzafumo, G. Comparative life cycle assessment of hydrogen-fuelled passenger cars. Int. J. Hydrogen Energy 2021, 46, 35961-35973. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.01.034>.

18. Plötz, P. Hydrogen technology is unlikely to play a major role in sustainable road transport. Nat. Electron. 2022, 5, 8-10. <https://doi.org/10.1038/s41928-021-00706-6>.

19. Manoharan, Y.; Hosseini, S.E.; Butler, B.; Alzhahrani, H.; Senior, B.T.F.; Ashuri, T.; Krohn, J. Hydrogen Fuel Cell Vehicles; Current Status and Future Prospect. Appl. Sci. 2019, 9, 2296. <https://doi.org/10.3390/app9112296>.

20. Demirdöven, N.; Deutch, J. Hybrid Cars Now, Fuel Cell Cars Later. Science 2004, 305, 974-976. <https://doi.org/10.1126/science.1093965>.

**Верещун Андрій Валерійович** – студент групи 4ПОТ за спеціальністю 015.20 «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтва, м. Лубни.

**Ануфрієв Владислав Андрійович** – студент групи 2ПОТ за спеціальністю 015.20 «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтва, м. Лубни.

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

**Veretsun Andriy** – student of group 4POT, for specialty 015.20 "Professional education. Transport", Luhansk Taras Shevchenko National University, city of Poltava, city of Lubny.

**Anufriev Vladislav** – student of group 2POT, for specialty 015.20 "Professional education. Transport", Luhansk Taras Shevchenko National University, city of Poltava, city of Lubny.

**Kolesnikov Valerii** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

УДК 629.3.012.4:656.1.013.7

Віштак І. В., к.т.н., доц; Майданевич Л. О., к.філос.н.

## УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ОСНОВНІ АСПЕКТИ

*В дослідженні з'ясовано, що зміна показників спідометра можлива різними способами і це може призвести до штрафних санкцій за порушення законодавства. Спеціальні послуги дозволяють перевірити історію автомобіля, які є довготривалими та вимагають значних коштів. Тому доречно сформулювати такі пропозиції: обов'язкове дослідження обліку пробігу та роботи автомобіля, за допомогою відповідного програмного забезпечення; обов'язкова фіксація цих даних в офіційних документах.*

*The research has revealed that changing the speedometer is possible in different ways and this can lead to penalties for violating the law. Special services allow you to check the history of the car, long-term and require significant funds. Therefore, it is appropriate to formulate the following proposals: a mandatory study of the mileage and operation of the car with the help of appropriate software; obligatory fixation of data in official documents.*

**Вступ.** На початку березня 2023 року в Верховній Раді України зареєстрували законопроект №9083, яким запропоновано послабити вимоги до реєстрації вживаних транспортних засобів при перепродажу [1]. Мета – спростити бюрократичні процедури, що, поміж іншого, зробить непотрібним застосування схем порушення низки архаїчних вимог та знизить навантаження на державні та контролюючі органи. Спрощення стосуються компаній, які торгують авто з пробігом. Якщо закон буде ухвалено, торговцям вже не доведеться двічі реєструвати виставлені на продаж автомобілі у сервісному центрі МВС і ставити їх на тимчасовий мобілізаційний облік в Територіальному центрі комплектування та соціальної підтримки (ТЦК та СП). Робити це треба буде лише один раз: щойно транспортний засіб отримає нового господаря.

Водночас, поза увагою парламентарів залишилася проблема з якою (у разі прийняття цього закону) буде змушений самостійно розбиратися кінцевий споживач – новий власник вживаного транспортного засобу. Суть цієї проблеми – це достовірність відомостей про технічний стан, справність важливих вузлів і систем та особливо щодо пробігу транспортного засобу до моменту ввезення його на митну територію України.

Зміна показників спідометра може бути здійснена різними способами, включаючи фізичне втручання в сам спідометр або в електронну систему автомобіля, а також встановлення спеціального приладу, який дозволяє змінювати показники.

Одним з найпоширеніших методів є зміна механічного спідометра. Цей метод полягає в заміні шестерні або іншого елемента механізму спідометра, що відповідає за відображення швидкості. Це дозволяє змінити показники, які відображаються на спідометрі. Однак, цей метод може бути виявлений шляхом проведення експертизи автомобіля, що може призвести до штрафних санкцій за порушення законодавства [2].

Інший метод зміни показників полягає в програмному впливі на електронну систему автомобіля. Цей метод може забезпечити більш точні результати зміни показників, оскільки він дозволяє змінювати показники без зміни механічних елементів. Наслідки зміни показників спідометра можуть призвести до небезпеки на дорозі та до правових наслідків [3].

Незалежно від методу зміни показників, ця дія може мати негативні наслідки. Зокрема, змінені показники можуть призвести до помилок в розрахунку швидкості, витрат палива та інших показників. Крім того, зміна показників може призвести до штрафних санкцій, які передбачені законодавством у багатьох країнах.

Для виявлення змінених показників спідометра можуть використовуватися спеціальні прилади, які дозволяють перевірити точність відображення швидкості. Такі прилади використовуються під час технічного огляду автомобіля, а також в деяких країнах можуть бути використані в процесі перевірки дотримання правил дорожнього руху.

Один з таких приладів - калібрувальний вимірювач швидкості. Він дозволяє точно вимірювати швидкість руху автомобіля та порівнювати її зі значеннями, які відображаються на спідометрі. Якщо відмінності між цими значеннями виявляються, це може свідчити про зміну показників спідометра [4].

Інший спосіб виявлення змінених показників полягає в аналізі історії технічного обслуговування автомобіля. Якщо інформація про заміну частин механізму спідометра або електронної системи автомобіля була зафіксована в історії техобслуговування, це може свідчити про зміну показників спідометра.

Також існують спеціальні послуги, які дозволяють перевірити історію автомобіля за допомогою баз даних, що містять інформацію про попередніх власників та історію технічного обслуговування. Якщо змінені показники спідометра були зареєстровані в історії обслуговування, це може свідчити про факт зміни показників.

У будь-якому випадку, зміна показників спідометра є неправомірною дією, яка може призвести до небезпеки на дорозі та привести до правових наслідків. Тому власники автомобілів повинні дотримуватися законодавства та уникати зміни показників спідометра [5].

**Результати дослідження.** Давайте зупинимося на проблемі коригування спідометра. Найчастіше коригування показань спідометра проводиться для збільшення вартості вживаного транспортного засобу та/або із-за інших мотивів, зокрема:

- 1) бажання виключити необхідність дорогого технічного обслуговування (шляхом втручання в бортовий комп'ютер автомобіля вносяться невірні дані про інтервали технічного обслуговування);
- 2) приховати факт встановлення нової панелі приладів (це може статися після ДТП, механічних пошкоджень тощо);
- 3) сховати інші дефекти у вузлах, які мають причинний зв'язок із роботою та показниками спідометра.

Так доволі часто в Україну привозять вживані транспортні засоби з інших країн де податкові зобов'язання власника автомобіля напряму залежать від строку експлуатації та його пробігу. Наприклад, в Нідерландах відповідні служби за допомогою системи GPS відслідковують за фактичним пробігом і це впливає на сплату податків. В інших країнах, як США, Німеччина та Франція маніпуляція із показниками спідометра визнаються за певних обставин злочином із реальними строками покарання.

На певних елітних моделях автомобілів із Європи інформація про пробіг фіксується в різних системах пам'яті «бортового комп'ютера». Іноді кількість цих місць фіксації становить до десяти. Однак це не є нездоланною перешкодою для певних «фахівців», які вмотивовані на маніпуляцію із даними пробігу вживаного авто.

Водночас, перевірити втручання в електронну начинку одометра можна за допомогою комп'ютерної діагностики на спеціалізованому сервісі. Як ми вже сказали, значення пробігу одночасно фіксуються в декількох місцях авто, наприклад: в блоці управління двигуном та в блоці пам'яті електронного спідометра. В таких випадках, маніпуляцію із показниками пробігу вчиняють в пам'яті електронного спідометра, а в інших місцях залишаються реальні відомості про пробіг чи мотогодини роботи. Власне, різниця між цими даними і дозволяє встановити комп'ютерна діагностика. Так, якщо вона не значна (в межах до тисячі кілометрів при пробігу більше ста тисяч кілометрів) то скоріше це помилка обліку пробігу, а не скручування пробігу. В іншому випадку, коли показники із різних блоків управління в системі автомобіля мають значні відмінності, тоді є обґрунтовані підстави вважати про маніпуляцію із обліком пробігу вживаного транспортного засобу.

Із наведених аргументів доречно сформулювати побажання до парламентарів, які будуть розглядати вищевказаний законопроект №9083, щоб останні передбачили на законодавчому рівні: обов'язкове дослідження обліку пробігу та роботи автомобіля, за допомогою відповідного програмного забезпечення (шляхом перевірки даних в різних системах пам'яті «бортового комп'ютера»); обов'язкової фіксації цих даних в офіційних документах до моменту розмитнення ввезених вживаних транспортних засобів. Обов'язок на проведення такої перевірки даних обліку пробігу автомобіля необхідно покласти на компанії, які торгують авто з пробігом (в інтересах яких і лобюється цей законопроект).

Запропонований підхід щодо технічного контролю за обліком пробігу та коректності роботи вживаного транспортного засобу при ввезенні на митну територію України за допомогою програмного забезпечення дозволить кінцеву споживачу – новому власнику вживаного транспортного засобу перевірити дані в інших сертифікованих центрах діагностики. І у разі встановлення факту маніпуляції із пробігом та роботою вживаного транспортного засобу при ввезенні на митну територію України обґрунтовано звернутися до суду за захистом своїх прав та законних інтересів як споживач (за національним законодавством) – де відповідачем постане компанія, яка торгує вживаними авто та інші суб'єкти права які сприяли маніпуляції із обліком пробігу. Також тут сформульована пропозиція буде сприяти в боротьбі із корупційними проявами в сфері автомобільного бізнесу на вживаних авто (насамперед, споживач на власний розсуд має змогу перевірити чи достовірно встановили облік даних пробігу при ввезенні на митну територію України).

#### Список використаних джерел:

1. Проект Закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо оподаткування операцій з віртуальними активами в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=72910](https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=72910), (дата звернення: 03.04.2023).
2. Савчук, М.С. Основи діагностики автомобілів / М.С. Савчук, В.І. Чумак, В.Г. Бугрій. – К.: Автодороги України, 2007. – 312 с.
3. Шаповалов, Ю.В. Автомобільні спидометри та їх вимірювальні прилади / Ю.В. Шаповалов. – Х.: ТОВ "Видавництво Прапор", 2013. – 184 с.
4. Баранов, О.В. Методи діагностики та ремонту автомобілів / О.В. Баранов, О.І. Крюков, І.В. Лисенко. – К.: Вид-во НТУ "ХП", 2015. – 404 с.
5. Гончар, В.М. Інженерна експертиза автотранспортних засобів / В.М. Гончар. – К.: Техніка, 2010. – 624 с.

**Віштак Інна Вікторівна** – канд. техн. наук., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [innavish322@gmail.com](mailto:innavish322@gmail.com).

**Майданевич Леонід Олександрович** – канд. філос. наук, адвокат, Рада адвокатів Вінницької області, Вінниця.

**Vishtak Inna V.** – Ph. D. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of Department of Safety of Life and Safety of Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [innavish322@gmail.com](mailto:innavish322@gmail.com).

**Maidanevych Leonid O.** – Ph. D. (Philos.), Lawyer, Vinnytsia Bar Council, Vinnytsia.

УДК 629.351, 629.3.021.21

Войтків С. В., к.т.н., Заслужений машинобудівник України

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ КАТЕГОРІЇ N1 З КАБІНАМИ ВАГОННОГО ТИПУ

*Наведений аналіз конструкцій сучасних електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1 з кабінами вагонного типу, спроектованих за різними компоновальними схемами за колісною формулою. Визначені діапазони їх основних технічних параметрів у залежності від типорозміру коліс і шин, якими обладнані передні та задні мости електромобілів такого типу.*

*The analysis of the designs of modern low-capacity electric vehicles of the N1 category with wagon-type cabins, designed according to various layout schemes according to the wheel formula, is given. The ranges of their main technical parameters are determined, depending on the standard size of wheels and tires, which are equipped with the front and rear axles of electric vehicles of this type.*

**Вступ.** Електромобілі малої вантажопідйомності категорії N1 набувають все ширшого застосування у різних сферах суспільного життя і виготовляються кількома десятками компаній у багатьох країнах світу. Майже щороку виробниками пропонуються нові моделі, створені за різними компоновальними схемами за колісними формулами і типом кабіни, які характеризуються різною вантажопідйомністю, максимальною швидкістю, типом тягових акумуляторних батарей (АКБ), величиною автономного пробігу тощо. За типом кабіни водія для створення перспективних моделей електромобілів малої вантажопідйомності застосовуються компоновальні схеми двох варіантів – з кабінами напікапотного типу та з кабінами вагонного типу. Зрозуміло, що обидві компоновальні схеми мають як ряд переваг так і відповідні недоліки.

Відомо, що до вантажних автомобілів категорії N1 відносяться транспортні засоби, допустима технічна (повна) маса яких не перевищує 3500 кг.

*Метою роботи* являється аналіз конструкцій та основних технічних параметрів сучасних електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1 для оптимального вибору їх значень на етапі розроблення ескізних проектів перспективних вітчизняних моделей таких транспортних засобів.

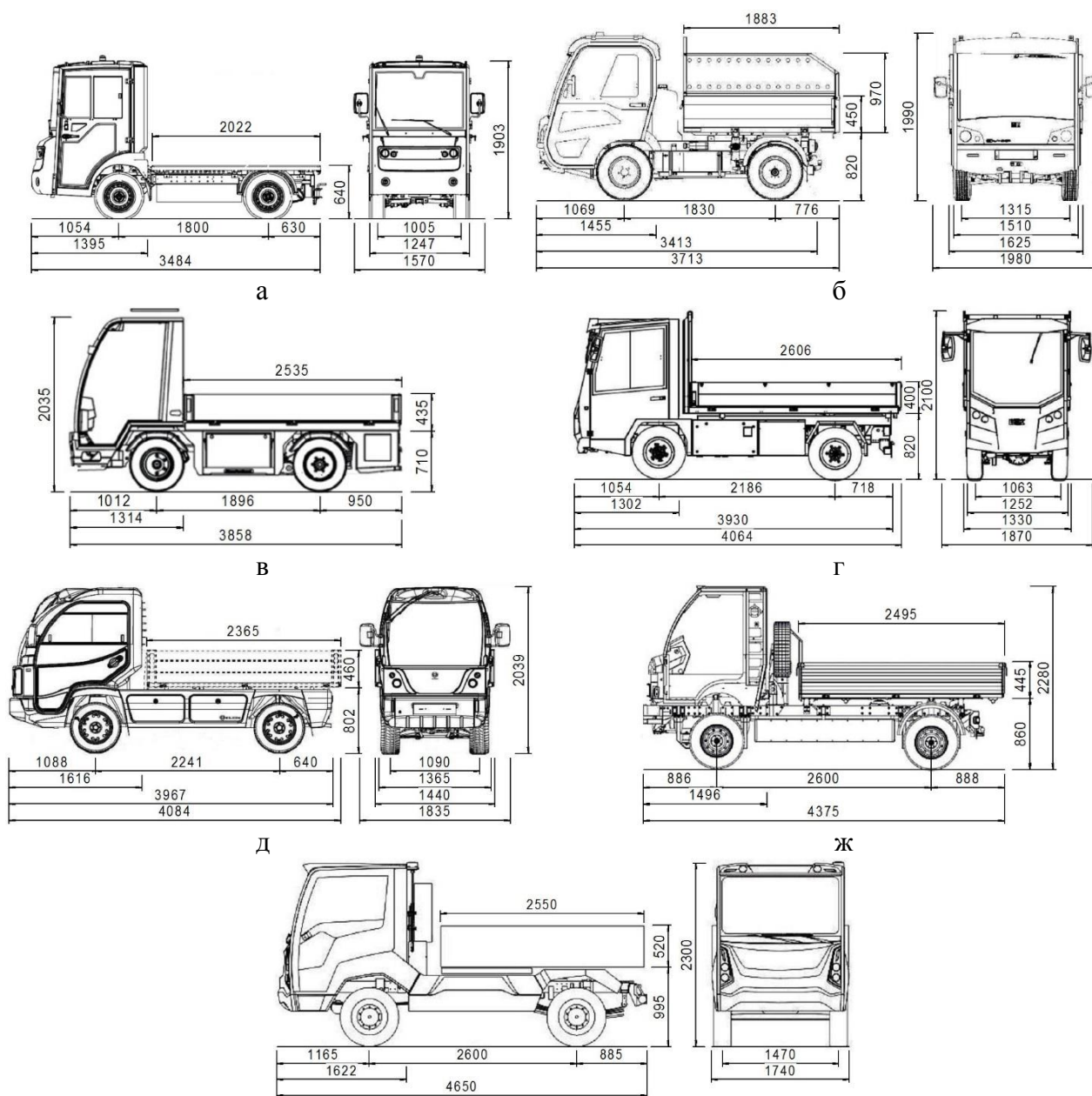
**Результати дослідження.** Протягом 2015-2022 років на ринках багатьох країн світу з'явилися нові моделі електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1, створені за компоновальними схемами на основі застосування кабіни вагонного типу, серед яких електромобілі моделей:

- "Tragger PRO LCX" компанії "Tragger" (Туреччина) [1];
- "ET-Lander" компанії "ETESIA UK" (Велика Британія) [2];
- "Elion T40" фірми "MUP technologies GmbH" (Австрія) [3];
- "MK 2020" фірми "MK Fahrzeuge GmbH" (Швейцарія) [4];
- "elZebra" компанії "ZEBRA Group" (Чехія) [5];
- "Enviel" компанії "NWT a.s." (New World Technologies) (Чехія) [6];
- "Spijkstaal 2500" фірми "Spijkstaal International B.V." (Нідерланди) [7].

Основні технічні параметри наведених вище моделей електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1, зокрема, розмірні параметри, параметри мас, вантажопідйомність, параметри тягового приводу, максимальна швидкість руху та величина автономного пробігу, наведені у табл. 1-3 та на рис. 1.

Таблиця 1 – Параметри мас і вантажопідйомності електромобілів категорії N1

Модель електромобіля	Tragger PRO LCX	ET-Lander	Spijkstaal 2500	MK 2020	Elion T40	ElZebra	Enviel	
Маса спорядженого електромобіля, кг	1165/ 1340/ 1540	1695	2628 (LA) 2128 (LI)	1750	1885	2000		
Допустима повна маса електромобіля, кг	2160	2700	3500	3500	2810	3500		
Навантаги на мости, кгс						1420	1250	
- керованого						1390	2250	-
- тягового								
Вантажопідйомність, кг	995/ 820/ 620	750/ 1000	872/ 1372	1750	850	1500		



3

Рисунок 1 – Основні розмірні параметри електромобілів категорії N1:

а) – "Tragger LC S700"; б) – "Etesia ET-Lander"; в) – "Spijkstaal 2500"; г) – "MK 2020"; д) – "Elion transport"; ж) – "ElZebra"; з) – "Enviel"



Таблиця 2 – Параметри тягового приводу електромобілів категорії N1

Модель електромобіля	Tragger PRO LCX	ET-Lander	Spijkstaal 2500	МК 2020	Elion T40	elZebra	Enviel
Параметри електродвигуна:							
- потужність, кВт	7,4/ 13,55	10,0	20,0	15,0/ 2x10,0	15,0/ 2x11,0	2x36,0	72,0
- крутний момент, Н·м	/ 125	-			110/ 200	-	
Привід	задній			зад./ 4x4	4x4	зад.	4x4
Передавальне число редуктора	-	1:16	-				
Параметри тягових АКБ:							
- тип	Li-ion	PbA/ Li-ion		AGM/ LFP	Li-ion / LFP	Li-ion	
- напруга, В	48	72	80	48/ 80	96	72	-
- ємність, А·год. (кВт)	180/ 240/ 360	(15,8/ 13,86)	320/ 420	400/ 640	(33,0/ 40,0)	(33,0/ 64,5)	(60,0/ 90,0)

Таблиця 3 – Основні експлуатаційні параметри електромобілів категорії N1

Модель електромобіля	Tragger PRO LCX	ET-Lander	Spijkstaal 2500	МК 2020	Elion T40	ElZebra	Enviel
Максимальна швидкість, км/год.	20/ 40	40	25/ 45	30	65 (30)	60	100
Радіус повороту, м	3,0	4,4	-	6,3	4,1	-	
Автономний хід, км	-	60		100	175/ 205	200	250/ 400
Типорозмір шин	165/70 R13C 175/75 R14C	-	195/75 R14C	185/75 R14	185/65 R15 195/70 R15	215/75 R16 C	215/75 R16

Огляд конструкцій сучасних електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1 показав, що:

- більшість моделей (п'ять) створена за колісною формулою 4x2.1з, тобто із заднім тяговим мостом, три моделі мають формулу 4x4.1, а модель "МК 2020" виготовляється у модифікаціях за обома колісними формулами;

- допустимою повною масою електромобілів можна виділити дві підгрупи: N1-1 з повною масою до 2800 кг, N1-2 – понад 2800 кг до 3500 кг;

- довжина електромобілів становить 3,484-4,65 м, довжина кабін – 1,302-1,622 м, ширина кабін – 1,247-1,51 м;

- вмістимість кабін усіх моделей електромобілів становить 2 чол.

Номінальна потужність тягових електродвигунів (ЕД) більшості моделей (п'ять) вкладається у діапазон 7,4-20,0 кВт, хоча на моделях "ElZebra" та "Enviel" застосовані більш потужні ЕД, відповідно, 36,0 і 72,0 кВт.

Характерною особливістю тягового приводу електромобіля моделі "ElZebra" являється застосування двох тягових ЕД у конструкції заднього тягового моста.

Для живлення тягових електродвигунів електромобілів застосовуються тягові АКБ наступних типів: свинцево-кислотні (lead-acid – PbA) або гелеві типу AGM, літій-іонні (Li-ion) та літій-залізо-фосфатні (LFP).

На керованих і тягових або керовано-тягових мостах електромобілів застосовуються колеса і шини чотирьох типорозмірів за посадковим діаметром дисків коліс – R13, R14, R15 та R16, хоча шинами типорозміру 165/70 R13C обладнується лише одна модель – Tragger PRO LCX.

Величина автономного пробігу електромобілів залежить від функціонального призначення, допустимої повної маси та енергоємності або енергопотужності тягових АКБ і складає доволі великий діапазон – від 60 км до 400 км в однієї з модифікацій моделі "Enviel".

Питома потужність електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1 наведена у табл. 4.

Таблиця 4 – Питома потужність електромобілів категорії N1

Модель електромобіля	Tragger PRO LCX	ET-Lander	Spijkstaal 2500	MK 2020	Elion T40	ElZebra	Enviel
Питома потужність, кВт/т	3,43/ 6,27	3,7	5,71	4,29/ 5,71	5,34/ 7,83		20,57

За комплектацією кузовами та робочими механізмами деякі моделі нараховують до 35 різних їх типів.

**Висновки.** Проведений аналіз конструкцій і основних технічних параметрів сучасних моделей електромобілів з кабінами вагонного типу дає підставу до наступних висновків:

- колісна формула перспективної проектованої моделі електромобіля повинна вибиратися у залежності від умов її експлуатації та функціонального призначення, наприклад, для розвізних електромобілів достатньо формули 4x2.1з (задній тяговий міст), для електромобілів сільськогосподарського або будівельного призначення – звично, 4x4.1;
- допустима повна маса проектованого електромобіля повинна визначатися з умови допустимих навантаж на існуючі керований та тяговий мости, оскільки проектування та освоєння їх виробництва на даний час практично не реальне завдання;
- рекомендована структура проектованого електромобіля – рамна конструкція і кабіна каркасного типу, облицьована склопластиковими панелями;
- з умови забезпечення мінімізованої вартості електромобілів необхідне застосування тягових АКБ типу PbA або AGM, а максимальної вантажопідйомності – типу Li-ion або LFP;
- з огляду на конструкцію тягового приводу оптимальним видається застосування тягового моста інтегрально-балкового типу з тяговим ЕД;
- розмірні параметри кабіни проектованого електромобіля рекомендовані наступні: довжина – 1,4-1,55 м; ширина – 1,4-1,5 м (горизонтальна проекція близька до квадратної).

#### Список використаних джерел

1. Tragger Pro Serisi QD-LC. URL: <https://ru.scribd.com/document/483828500/tragger-pro-serisi-tr-pdf> (дата звернення: 21.03.2023).
2. ET-Lander. Multifunctionalelectric vehicle. URL: <https://etlander.co.uk/assets/images/Etesia%20ET%20Lander%20Brochure.pdf> (дата звернення: 21.03.2023).
3. ELION. Think urban. Drive electric. T Serie. URL: [http://mk-f.ch/Datenb%C3%A4tter/ELION\\_TSerie\\_Brosch%C3%BCre%20Vers.TS.4-20-10%20DE\\_Mail.pdf](http://mk-f.ch/Datenb%C3%A4tter/ELION_TSerie_Brosch%C3%BCre%20Vers.TS.4-20-10%20DE_Mail.pdf) (дата звернення: 18.02.2023).
4. MK 2020. Elektrotransporter. URL: <https://mk-f.ch/Datenb%C3%A4tter/MK%2020%20Datenblatt.pdf> (дата звернення: 27.02.2023).
5. Základní informace o vozidle ELZEBRA. URL: [http://uzitkove-vozy-zebra.cz/wp-content/uploads/2023/01/Datovy\\_list\\_ELZEBRA-12-2022.pdf](http://uzitkove-vozy-zebra.cz/wp-content/uploads/2023/01/Datovy_list_ELZEBRA-12-2022.pdf) (дата звернення: 02.03.2023).
6. Elektromobil Enviel ekologické komunální vozidlo. URL: <https://enviel.cz/wp-content/uploads/2019/11/brozura-enviel.pdf> (дата звернення: 22.03.2023).
7. Spijkstaal 2500. URL: <https://spijkstaal.com/files/downloads/en-specsheet-spijkstaal-2500.pdf> (дата звернення: 22.03.2023).

**Войтків Станіслав Володимирович** – к.т.н., Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, ТОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", e-mail: [voytkivsv@ukr.net](mailto:voytkivsv@ukr.net).

**Voytkiv Stanislav** – Cand. Sc. (Eng), The Deserved Machine Engineer of Ukraine, General Designer, "Scientific and Technical Center "Autopoliprom", e-mail: [voytkivsv@ukr.net](mailto:voytkivsv@ukr.net).

УДК 629.341, 629.3.026.12

Войтків С. В., к.т.н., Заслужений машинобудівник України

## ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ ТИПУ ONC-C З КОЛІСНОЮ ФОРМУЛОЮ 6x4.1

*Розглянутий напрямок створення перспективних конкурентоспроможних міських електробусів типу ONC-C на основі застосування тримостової колісної формули 6x4.1. Проведений аналіз номінальної пасажировмістимості та конструктивної ефективності міських електробусів цього типу, створених за колісними формулами 4x2.2 (класичні електробуси) та 4x2.1 і 6x4.1.*

*The direction of creating promising competitive urban electric buses of the ONC-C type based on the application of the three-bridge wheel formula 6x4.1 is considered. An analysis of the nominal passenger capacity and structural efficiency of urban electric buses of this type, created according to the wheel formulas 4x2.2 and 4x2.1 and 6x4.1, was carried out.*

**Вступ.** Для порівняльного аналізу і оцінки доцільності проектування перспективних конкурентоспроможних міських низькопідлогових одинарних електробусів типу ONC-C на основі колісної формули 6x4.1 прийняті наступні критерії:

- номінальна пасажировмістимість – основний конструктивний і експлуатаційний параметр будь-якого пасажирського транспортного засобу громадського користування;
- середньоденний автономний пробіг – не менше 200 км;
- питома номінальна пасажировмістимість – відношення маси спорядженого електробуса до номінальної вмістимості.

Окрім того, важливим експлуатаційним критерієм являється величина прогину покриття міських вулиць під дією навантаг на колеса керованих і тягових або тягово-керованих мостів електробусів, особливо з врахуванням збільшеної допустимої повної маси для двомостових електробусів до 19500 кг і допустимої навантаги на колеса тягових мостів із залежною підвіскою коліс до 13500 кГс. Адже їх велика невіднесена маса з урахуванням збільшеної на 2000 кГс допустимої навантаги сприятиме суттєвому пришвидшенню руйнування покриття міських вулиць і, відповідно, скороченню термінів експлуатації до, навіть, поточного ремонту.

*Метою роботи* являється оцінка доцільності створення та освоєння дрібносерійного виробництва міських низькопідлогових одинарних електробусів, спроектованих на основі застосування колісної формули 6x4.1.

**Аналіз існуючих конструкцій.** На нинішній час у системах міських перевезень пасажирів застосовуються одинарні міські електробуси, створені на основі колісних формул 4x2.2 (переважаюча більшість) зі здвоєними колесами тягових мостів і залежною підвіскою та 4x2.1 з незалежною підвіскою одинарних коліс. Окрім того, італійськими, японськими та китайськими компаніями було створено ряд дослідних зразків концептуальних моделей три- та чотиримостових міських електробусів з колісними формулами 6x4.1 та 8x4.1.

Допустимі повні конструктивні маси міських електробусів та допустимі навантаги на їх керовані та тягові мости [1] у залежності від колісної формули наведені у табл. 1.

Відповідно до результатів проведених автором досліджень [2] основні технічні параметри міського електробуса типу ONC-C, спроектованого за класичною колісною формулою 4x2.2 і обладнаного тяговим мостом інтегрально-портального типу моделі ZF AVE 130, виробництва німецької компанії "ZF Friedrichshafen AG", зі здвоєними колесами і шинами типорозміру 275/70R22.5, наступні: довжина кузова – 12,0 м; допустима повна маса – 18000 кг; автономний хід – 200 км; номінальна пасажировмістимість – 58 чол.

Таблиця 1 – Допустимі повні маси міських електробусів і допустимі навантаги на їх тягові мости

Допустима повна маса, кг	18000			19500		24000
Колісна формула	4x2.2	4x2.1	6x4.1	4x2.2	4x2.1	6x4.1
Допустима навантага на міст, кГс:						
- керований	6500	7500	6000	6000	9000	8000
- тяговий	11500	10500	6000+6000	13500	10500	8000+8000
Допустима навантага на шини коліс моста, кГс:						
- керованого	3250	3750	3000		4500	4000
- тягового	2875	5250	3000	3375	5250	

На основі інших досліджень [3] основні технічні параметри міського електробуса типу ONC-C, з колісною формулою 4x2.1 на основі застосування керованого і тягового мостів виробництва італійської компанії "BRIST Axle Systems S.r.l.", моделей, відповідно, IFS TJC 80-225 і IFS TJC 80-225 HR [4], наступні: довжина кузова – 11,0 м; допустима повна маса – 18000 кг; автономний хід – 200 км; номінальна пасажиромістимість – 67 чел. Колеса керованого і одинарні колеса тягово-керованого мостів обладнувались шинами типорозмірів, відповідно, 315/70 R22,5 та 385/55 R22.5. Допустимі навантаги на мости – 8000 кГс керованого моста та 10500 кГс для тягово-керованого.

**Результати дослідження.** Аналіз доцільності створення і організації виробництва перспективних міських електробусів, спроектованих за колісною формулою 6x4.1, базується на двох визначальних критеріях:

- номінальній пасажиромістимості за різною допустимою повною масою для дво- та тримостових електробусів;
- прогину покриття міських вулиць у залежності від навантаг на шини коліс керованого та тягового мостів.

Для проведення розрахунково-аналітичних досліджень з визначення номінальної пасажиромістимості перспективних конкурентоспроможних міських електробусів розроблені ескізні проекти на основі застосування колісних формул 4x2.2, 4x2.1 та 6x4.1 (рис. 1).

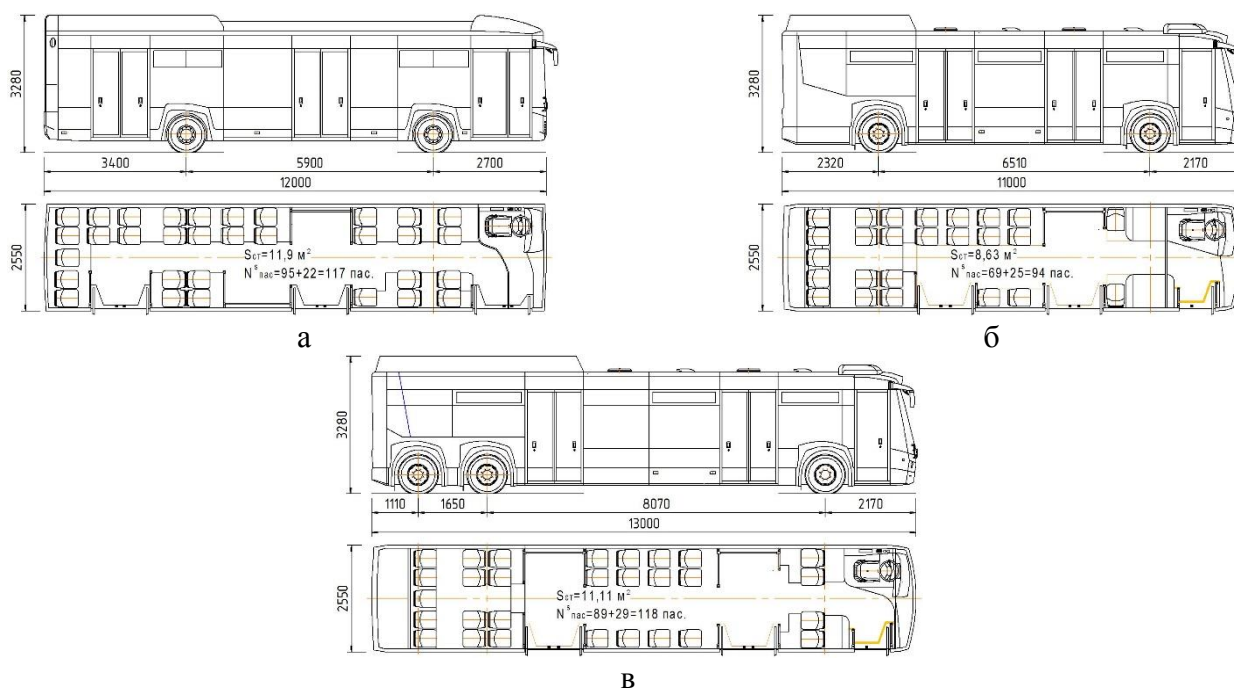


Рисунок 1 – Проекти міських електробусів з різними колісними формулами:  
а) – АПП-д1 – 4x2.2; б) – АПП-д2 – 4x2.1; в) – АПП-т1 – 6x4.1

Номінальна вмістимість електробусів проектів АПП-д1, АПП-д2 та АПП-т1 за площами пасажирських салонів, призначених для розміщення пасажирських сидінь та стоячих пасажирів, визначена графічним способом.

Номінальна вмістимість електробусів за допустимою повною масою розраховується за формулою

$$N_{nac} = \frac{[M_n^e] - M_{nm}}{m_{nac}}, \quad (1)$$

де  $[M_n^e]$  – допустима повна маса електробуса, кг;  $\dot{I}_{ii}$  – порожня маса електробуса, м;  
 $m_{i\ddot{a}\ddot{a}}$  – маса пасажирів, кг;

$$\dot{I}_{ii} = M_{ci} + m_{\ddot{a}\ddot{a}}, \quad (2)$$

де  $M_{ci}$  – споряджена маса електробуса, кг;  $m_{\ddot{a}\ddot{a}}$  – маса водія, кг;

$$M_{ci} = M_{ci}^0 + \sum m_i + m_{\ddot{a}\ddot{a}} + \sum M_{\ddot{z}}, \quad (3)$$

де  $M_{ci}^0$  – споряджена маса електробуса без урахування мас керованого і тягових мостів, тягових АКБ та інших складових частин тягового приводу, кг;  $\sum m_i$  – маса керованого і тягових мостів з підвісками і колесами, кг;  $m_{\ddot{a}\ddot{a}}$  – маса тягових АКБ, кг;  $\sum M_{\ddot{z}}$  – маса інших складових частин тягового приводу, кг.

Маса спорядженого електробуса без урахування мас керованого і тягових мостів, тягових АКБ та інших складових частин тягового приводу визначається за виразом [4]

$$M_{\ddot{m}}^0 = \Delta m_{\ddot{e}0}^l \times L_{\ddot{e}}, \quad (4)$$

де  $\Delta m_{\ddot{e}0}^l$  – питома маса 1-го погонного метра кузова електробуса без мас керованого і тягового мостів з колесами та тягових АКБ, кг/м;  $L_{\ddot{e}}$  – довжина кузова електробуса, м.

Маса тягових АКБ визначається наступним чином

$$m_{\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{\Delta w_m \times [M_i]}{k_{\delta} \times \rho_{\ddot{a}\ddot{a}}^w} L_{i\delta}, \quad (5)$$

де  $\Delta w_m$  – питома витрата електроенергії тягових АКБ при перевезенні пасажирів за масою електробуса та пробігом, кВт·год./кг·км;  $L_{i\delta}$  – задана величина денного автономного пробігу, км;  $k_{\delta}$  – коефіцієнт допустимого розрядження тягових АКБ;  $\rho_{\ddot{a}\ddot{a}}^w$  – питома енергопотужність тягових АКБ, кВт·год./кг.

Для сучасних літєвих тягових АКБ типу LiFePO<sub>4</sub>  $\rho_{\ddot{a}\ddot{a}}^w = 0,09-0,10$  кВт·год./кг, а коефіцієнт робочого діапазону  $k_{\delta} = 0,85-0,9$ .

Прогин покриття міських вулиць визначається за наступними виразами [5]:

- для одинарних коліс

$$l_{\delta}^i = 0,0178 \cdot 10^{-3} \sqrt{G_{\ddot{e}} \cdot p_{\phi}}, \quad (6)$$

- для здвоєних коліс

$$l_{\delta}^i = 0,0196 \cdot 10^{-3} \sqrt{G_{\ddot{e}} \cdot p_{\phi}}, \quad (7)$$

де  $G_{\ddot{e}}$  – навантага на одинарне колесо, кгс;  $p_{\phi}$  – тиск в шині при відповідній навантазі, МПа.

Для проведення розрахункових досліджень прийняті наступні параметри:  $m_{\text{тiаi}} = 68$  кг,  $m_{\text{аiа}} = 75$  кг,  $\sum M_{\text{тi}} = 1300$  кг,  $k_{\delta} = 0,9$ ,  $\rho_{\text{аeа}}^w = 0,10$  кВт·год./кг.

Розрахункова номінальна пасажиромістимість міських електробусів пропонує ескізних проектів у залежності від допустимої повної маси наведена у табл. 2.

Таблиця 2 – Параметри мас міських електробусів типу ONC

Проект електробуса	АПП-д1		АПП-д2		АПП-т1	
Колісна формула	4x2.2		4x2.1		6x4.1	
Довжина кузова, $L_{\delta}$ , м	12,0		11,0		13,0	
Маса складових частин, кг:						
- спорядженого кузова без мас мостів, підвісок, коліс, тягових АКБ та іншого обладнання	8160		7480		8840	
- керованого моста з підвіскою і колесами	620		685			
- тягового моста з підвіскою і колесами	1420		890		1780	
- електродвигуна і карданної пе-редачі	-		260		520	
- маса іншого обладнання, кг			1300			
Допустима повна маса, кг	18000	19500	18000	19500	21000	24000
Маса тягових АКБ, кг	3200	3250	3200	3250	3500	4000
Маса порожнього електробуса, кг	14700	14750	13815	13865	16625	17125
Маса пасажирів, кг	3300	4750	4185	5635	4375	6875
Номінальна вмістимість, чол.:						
- за площею пасажирського салону при питомій нормі 8 чол./м <sup>2</sup>	117		94		118	
- за допустимою повною масою	49	70	61	83	64	101

Аналіз отриманих результатів показує, що навіть за умови збільшеної допустимої повної маси двомостових міських електробусів до 19500 кг і зменшенні довжини кузова електробуса проекту АПП-д2 на 1,0 м до 11,0 м їх номінальна пасажиромістимість, визначена за площею пасажирського салону, призначеною для розміщення пасажирів, значно більша ніж можлива за допустимою повною масою.

Розраховані прогини покриття міських вулиць у залежності від навантаг на колеса керованого і тягового мостів та типорозмірів шин, якими вони обладнані, наведені у табл. 3.

Таблиця 3 – Прогини покриття міських вулиць від навантаг на колеса міських електробусів типу ONC

Проект електробуса	АПП-д1		АПП-д2		АПП-т1	
Колісна формула	4x2.2		4x2.1		6x4.1	
Допустима маса електробуса, кг	18000	19500	18000	19500	21000	24000
Навантага на колеса, кГс:						
- одинарні	3250	-	5000	5250	3500	4000
- здвоєні	-		3375		-	
Типорозмір шин R22.5	275/70		385/55		315/60	
Тиск в шині, МПа	0,835	0,877	0,9	0,885	0,9	
Прогин покриття вулиць, мм	0,672	0,772	0,865	0,887	0,718	0,774

Аналіз прогинів покриття міських вулиць показує, що вони практично однакові для електробусів проекту АПП-д1 з колісною формулою 4x2.2 і повною конструктивною масою 19500 кг та АПП-т1 з колісною формулою 6x4.1 і повною конструктивною масою 24000 кг, але

номінальна пасажировмістимість останнього більша на 31 чол., тобто на 44%. При цьому, допустима вмістимість за площею пасажирського салону 118 чол. навіть завелика, тому були розроблені варіанти електробусів зменшеної до 12,0 м довжини кузова (проекти АПП-т2 і АПП-т3), показані на рис. 2. Їх технічні параметри наведені у табл. 4 а номінальна пасажировмістимість на рис. 3.

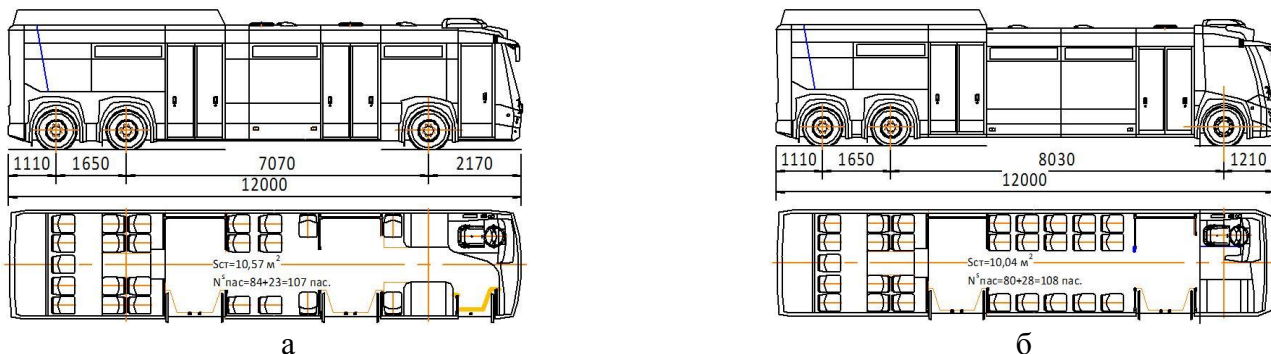


Рисунок 2 – Проекти міських електробусів з колісною формулою 6x4.1:  
а) – АПП-т2; б) – АПП-т3

Таблиця 4 – Параметри мас та пасажировмістимості міських електробусів типу ONC

Проект електробуса	АПП-т2	АПП-т3
Колісна формула	6x4.1	
Довжина кузова, $L_{\hat{e}}$ , м	12,0	
- спорядженого кузова без мас мостів, підвісок, коліс, тягових АКБ та іншого обладнання	8160	
- керованого моста з підвіскою і колесами	685	
- тягового моста з підвіскою і колесами	1780	
- електродвигуна і карданної передачі	520	
- маса іншого обладнання, кг	1300	
Допустима повна маса, кг	24000	
Маса тягових АКБ, кг	4000	
Маса порожнього електробуса, кг	16520	
Маса пасажирів, кг	7480	
Номінальна вмістимість, чол.:		
- за площею пасажирського салону при 8 чол./м <sup>2</sup>	107	108
- за допустимою повною масою	110	

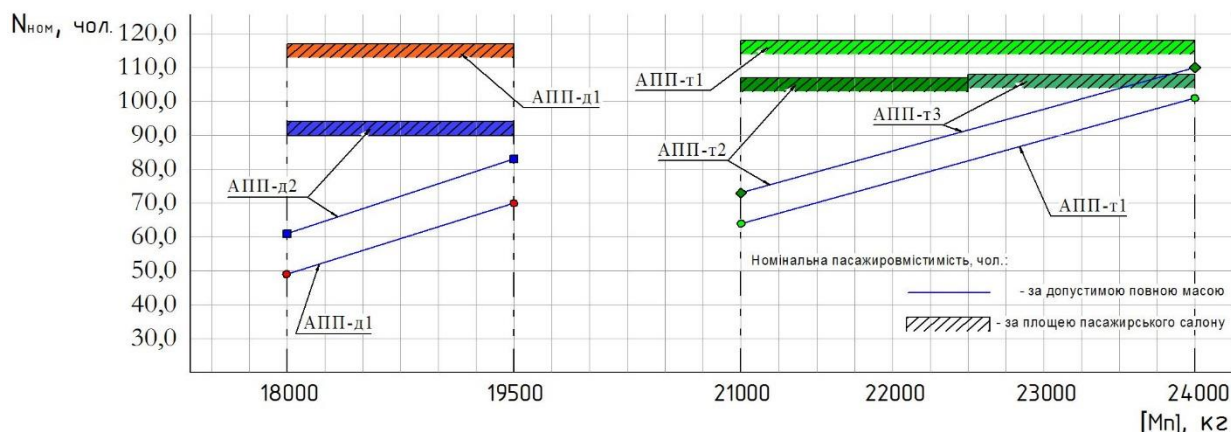


Рисунок 3 – Номінальна вмістимість міських електробусів з колісними формулами 4x2.2 (проект АПП-д1), 4x2.1 (проект АПП-д2) та 6x4.1 (проекти АПП-т1, АПП-т2 та АПП-т3)

Отже, зменшення довжини кузовів електробусів з колісною формулою 6x4.1 до 12,0 м забезпечує номінальну пасажировмістимість 110 чол. при зменшенні кількості пасажирських сидінь, відповідно, до 21 од. та 25 од. І ще одна характерна особливість – номінальна пасажировмістимість електробусів проектів АПП-т2 та АПП-т3 обмежується не допустимою повною масою у діапазоні 23750-24000 кг, а площами їх пасажирських салонів.

**Висновки.** Проведені розрахунково-графічні дослідження дають підставу для наступних висновків:

- проектування, виробництво та експлуатація класичних міських електробусів типу ONC-C з традиційною колісною формулою 4x2.2 та довжиною кузовів біля 12,0 м являється недоцільним, оскільки їх номінальна пасажировмістимість далеко не оптимальна;

- застосування колісної формули 6x4.1 забезпечує збільшення номінальної пасажировмістимості міських електробусів типу ONC-C з довжиною кузовів 12,0 м на 37-38 чол. у порівнянні з електробусами з колісною формулою 4x2.2 при однаковій руйнівній дії їх коліс на покриття міських вулиць.

Окрім збільшеної на 52.8-54,3 % номінальної пасажировмістимості міським електробусам пропонованих проектів, розроблених на основі застосування колісної формули 6x4.1, притаманні ще ряд переваг, особливо стосовно проекту АПП-т3:

- наявність двох накопичувальних майданчиків;

- відсутність у середніх частинах пасажирських салонів на ділянках довжиною 53,2 % (проект АПП-т2) і 70,2 % (проект АПП-т3) арок коліс керованого і тягового мостів, що забезпечує суттєво легше переміщення по салонах та зручніший доступ до подвійних пасажирських дверей.

Отже, застосування колісної формули 6x4.1 однозначно являється перспективним напрямком для створення і організації виробництва міських електробусів типу ONC-C набагато більшої номінальної пасажировмістимості та та значно зручніших для користування пасажирами.

#### Список використаних джерел

1. Council directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0053&rid=5> (дата звернення 11.09.2018 р).

2. Войтків С. В. Шляхи збільшення пасажировмістимості перспективних міських електробусів типу ONC. Матеріали LI Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ) : збірник доповідей. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 2407-2412.

3. Войтків С. В. Аналіз технічної досконалості міських електробусів різних типів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: Електронне наукове спеціалізоване видання. Харків : ХНАДУ, 2022. 21. С. 64-78. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2022.21.0.03>.

4. Axles & Transmission for the Future of Bus & Truck. Overview to Product Portfolio. URL: <https://bristaxle.com/products/> (дата звернення: 01.04.2022).

**Войтків Станіслав Володимирович** – к.т.н., Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, ТОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", e-mail: [voytkivsv@ukr.net](mailto:voytkivsv@ukr.net).

**Voytkiv Stanislav** – Cand. Sc. (Eng), The Deserved Machine Engineer of Ukraine, General Designer, "Scientific and Technical Center "Autopoliprom", e-mail: [voytkivsv@ukr.net](mailto:voytkivsv@ukr.net).



УДК 629.351, 629.3.021.21

Войтків С. В., к.т.н., Заслужений машинобудівник України

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИГОТОВЛЕННЯ І ВИПРОБУВАНЬ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА

*Розглянуті та проаналізовані проблемні конструктивні, технологічні та інші аспекти напрямку створення конструкцій вітчизняних електромобілів малої вантажо-підйомності категорії N1 за результатами розроблення ескізної документації, виготовлення та проведення заводських і попередніх випробувань дослідного зразка електромобіля моделі EN31 "Карпати".*

*Considered and analyzed the problematic constructive, technological and other aspects of the direction of the creation of structures of domestic electric vehicles of low load-carrying capacity of the N1 category based on the results of the development of sketch documentation, manufacturing and conducting factory and preliminary tests of the prototype of the EN31 "Karpaty" electric vehicle.*

**Вступ.** Метою роботи являється аналіз процесу створення одного з перших вітчизняних електромобілів малої вантажопідйомності за результатами розроблення ескізної конструкторської документації, виготовлення дослідного зразка та проведення заводських і попередніх випробувань.

**Аналіз існуючих конструкцій.** Електромобілі малої вантажопідйомності категорії N1 на нинішній час виготовляються кількома десятками спеціалізованих компаній і доволі широко застосовуються у багатьох країнах світу. Зокрема, уже понад десять років дослідно-конструкторські роботи у сфері створення таких електромобілів та їх виробництва ведуться у Польщі та Чехії. Основні сфери їх застосування – доставка різних товарів у межах міст, надання комунальних послуг з прибирання скверів, парків, пішохідних зон тощо. Середня вантажопідйомність таких електромобілів становить 400-700 кг, хоча у деяких сучасних моделей сягає вже 1299-1500 кг. Максимальна швидкість руху 40-60 км/год., добовий автономний пробіг складає 40-100 км. Ширина кабін і кузовів електромобілів становить 1,3-1,5 м, у деяких моделей – 1,6 м. Потужність переважаючої більшості їх тягових електродвигунів знаходиться у діапазоні 7,0-19,0 кВт. Поряд за свинцево-кислотними тяговими акумуляторними батареями (АКБ) панцерного типу все ширшого застосування набувають тягові АКБ літій-іонного або інших типів, які характеризуються меншою масою при однаковій енергопотужності. Тяговий привід, здебільшого, на колеса переднього керовано-тягового або заднього тягового мостів. Хоча, пропонуються і електромобілі з повним приводом. Типорозмір шин колі, зазвичай, R13-R15, але на деяких моделях застосовуються і шини типорозміру R16. Основні типи кузовів – бортовий, самоскидний та кузов-фургон звичайний, ізотермічний або обладнаний холодильною установкою.

**Результати дослідження.** Етап розроблення ескізних пропозицій щодо проектування електромобіля малої вантажопідйомності починався з пошуку найбільш визначальних комплектувальних виробів – керованого та тягового мостів. Основними умовами їх вибору являлись:

- можливість придбання керованого моста у комплекті з кермовим механізмом, кермовою колонкою, кермом та іншими складовими частинами;
- вибір заднього тягового моста інтегрально-балкового типу, тобто балкового моста із залежною підвіскою одинарних коліс, обладнаного тяговим електродвигуном (ЕД).

Такі умови були продиктовані бажанням спроектувати електромобіль з відносно невеликою собівартістю виробництва.

Майже двомісячні пошуки відповідних складових частин висвітлили першу доволі серйозну проблему – майже повну відсутність реальних поставщиків переднього керованого моста. Як з'ясувалося, лише китайська компанія "Longyan Michael Machinery Co., Ltd." виготовляє керовані мости, укомплектовані системою кермового управління. Проте, допустима навантага на такий керований міст моделі "МК-FD-E700KG" становить всього 7,4 кН (755 кгс). Стосовно пошуку заднього тягового моста проблем не виникло. Тяговий міст інтегрально-балкового типу виготовляє, серед інших, італійська компанія "Benevelli srl.". Для проектування електромобіля був обраний міст моделі "Electric Transaxle TX2 Plus" [1] з допустимою навантагою 15,69 кН (1600 кгс).

Дуже різні допустимі навантаги на вимушено вибрані моделі мостів, особливо переднього керованого у безальтернативному варіанті, – відношення навантаг 1:2,12 – спонукали до вибору компоувальної схеми електромобіля з кабіною капотного або напівкапотного типу з мінімізованим переднім звисом (рис. 1).

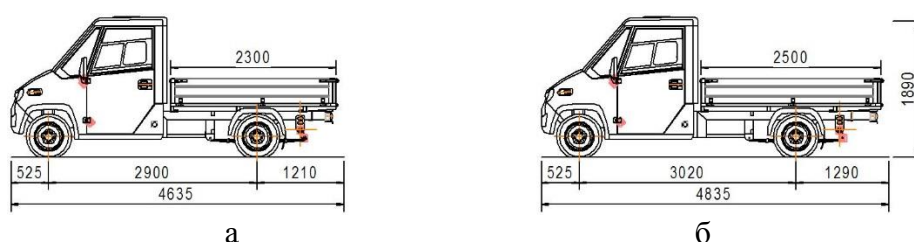


Рисунок 1 – Основні розмірні параметри електромобіля:

а) – початкові; б) – після видовження вантажного бортового кузова

Уже на етапі виготовлення дослідного зразка електромобіля за умови безпеляційної вимоги щодо довжини бортового кузова не менше 2,5 м і ширини не менше 1,6 м довелося у конструкцію рами вносити зміни і видовжувати колісну базу на 0,12 м та проектувати кузов шириною 1,6 м.

Конструкція електромобіля – традиційна для вантажних автомобілів. Рама виготовлена зі сталевих труб прямокутного профілю. Кабіна електромобіля – каркасного типу, облицьована панелями, виготовленими зі склопластику технологічним процесом ручного формування або зі сталевих листів (облицьовання задньої стінки кабіни).

Проектування робочого місця водія та кабіни електромобіля не очікувано дуже утруднилося у зв'язку з ненаданням фірмою-виробником габаритних і установочних креслеників на керований міст та кермове управління. Довелося розробляти ескізну документацію на усі їх комплектувальні вироби. А для визначення жорсткості підвіски коліс керованого моста типу "Мак-Ферсон" ще й проектувати відповідний стенд.

Дуже багато проблем виникло у зв'язку з тим, що фірми-постачальники комплектувальних виробів майже у всіх випадках не могли надати ні габаритних та установочних креслеників, ні сертифікатів на продукцію, що підлягає обов'язковій сертифікації. У деяких випадках отримані комплектувальні вироби не відповідали заявленим габаритним розмірам або параметрам мас.

На початковому етапі створення електромобіля малої вантажопідйомності були прийняті наступні вимоги щодо основних його технічних параметрів:

- повна конструктивна маса, кг ..... 2350
- маса спорядженого електромобіля з бортовим кузовом, кг ..... 1600
- корисна вантажопідйомність, кг ..... 750
- максимальна швидкість руху, км/год. .... 40
- величина автономного руху, км ..... 80
- тип тягових АКБ ..... свинцево-кислотні

Номінальна потужність тягового ЕД, яким укомплектований задній тяговий міст, становить 19,0 кВт при 3000-4500 об/хв., максимальна потужність сягає 23,6 кВт при

2450-4500 об./хв. Номінальний крутний момент 61,0 Н·м при 0-3000 об/хв., максимальний (піковий) – 90,0 Н·м при 24500 об/хв.

Як не дивно, після погодження вихідних вимог до параметрів тягового моста, зокрема, забезпечення редуктором головної передачі максимальної швидкості 60 км/год., тобто, з передавальним числом 10,0, фірма-виробник прислала міст з передавальним числом 16,1, при якому за заданих максимальних обертів тягового ЕД максимальна швидкість може сягати лише 30 км/год. Більше того, погоджене габаритне креслення просто було проігнороване працівниками відділу продаж, наприклад, на мості виявилися кронштейни його кріплення до рами електромобіля, яких не повинно було бути. Усі спроби повернення тягового моста з невідповідними замовленню параметрами і зайвими привареними деталями фірмою-виробником просто ігнорувались.

Ще одна проблема виникла при замовленні тягових АКБ. Як з'ясувалося, жодна з офіційних вітчизняних фірм-представників американського виробника тягових АКБ "Trojan Battery Company, LLC" не могла поставити необхідні тягові АКБ у термін швидше ніж 6 місяців. Тому, довелося погодитися на запропоновану заміну – тягові АКБ польської компанії "SIAP Sp. z oo". Однак і у цьому випадку виникла проблема – тягові АКБ моделі SIAP 4PT160 за параметрами виявились не адекватними заявленим параметрам. Більше того, ні вітчизняний постачальник, ні польська компанія не змогли надати необхідних характеристик та конкретної інструкції щодо експлуатації цих тягових АКБ. У будь-якому разі, досягнути величини заданого автономного пробігу з даними тяговими АКБ навіть під час заводських випробувань не вдалося. Щоправда, при проведенні попередніх випробувань електромобіля моделі EN31 фахівцями випробувальної лабораторії ДП "Автоскладальний завод № 1" ПАТ "Автомобільна компанія "Богдан Моторс" він був обладнаний бортовим кузовом з тентом (рис. 2).



Рисунок 2 – Електромобіль з бортовим кузовом і тентом під час попередніх випробувань

У зв'язку із застосуванням керованого і тягового мостів різних виробників та великою різницею у допустимих навантагах виникли проблеми із комплектацією електромобіля колісними дисками, обладнаними шинами однакового типорозміру. Адже різне кріплення дисків коліс мостів (параметр PCD) – передніх 4x113,4 мм і задніх 5x139,7 мм та відсутність дисків з PCD 4x113,4 мм необхідного вильоту призвело до застосування спеціальної проставки-адаптера товщиною 20,0 мм на керованому мості та кільця-проставки товщиною 10,0 мм на тяговому мості.

Кілька проблем виникло також із розробленням системи керування тяговим приводом електромобіля. Вони були пов'язані, з одного боку, з відсутністю фахівців з досвідом проектування систем тягового приводу таких електромобілів з робочою напругою 48-92 В, а з іншого, знову ж таки, з відсутністю супровідної документації на комплектувальні вироби та, як з'ясувалося, необхідного програмного забезпечення. Адже, без нього не можливе проведення налаштування системи керування тяговим приводом по оптимізації відповідних параметрів.

Ще одна суттєва проблема пов'язана з організацією роботи і дуже низькою кваліфікацією працівників підприємств-постачальників різних комплектувальних виробів. У

більшості випадків від цих фірм не можливо добитися ні конкретних технічних параметрів, особливо розмірних, та установочних креслеників, тому приходиться спочатку придбавати той чи інший виріб і вже тоді оцінювати його придатність для застосування у конструкції проектного електромобіля. Ще складніша, майже безнадійна ситуація, з отриманням сертифікатів на продукцію, яка підлягає обов'язковій сертифікації і не може реалізуватися без відповідної документації. Тим не менше, на майже всіх таких комплектувальних виробках відсутнє маркування щодо її омологатії, як і відсутня будь-яка технічна документація, зокрема, сертифікати відповідності вимогам стандартів.

Деякі результати проведених попередніх випробувань дослідного зразка електромобіля моделі EN31 наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати попередніх випробувань електромобіля моделі EN31

Найменування параметрів	Вимоги ТЗ	Результати випробувань
Маса спорядженого електромобіля, кг	1600* <sup>1</sup>	1840* <sup>2</sup>
Навантаги на колеса мостів, кН (кГс):		
- керованого	760	790
- тягового	840	1050
Доустима повна маса електромобіля, кг	2350	2580
Навантаги на колеса мостів, кН (кГс):		
- керованого	760	880
- тягового	1600	1700* <sup>3</sup>
Максимальна швидкість руху, км/год.	40,0	43,0
Примітка: * <sup>1</sup> Споряджена маса базового шасі електромобіля з кабіною без кузова; * <sup>2</sup> Маса спорядженого електромобіля з бортовим кузовом, обладнаного тентом; * <sup>3</sup> Колеса моста обладнані шинами більшої вантажопідйомності		

**Висновки.** Попередній аналіз за результатами виготовлення дослідного зразка електромобіля дає підстави до наступних висновків:

- необхідна реорганізація роботи технічних служб заводів-виробників щодо вихідного та вхідного контролю за якістю та комплектацією матеріалів і комплектувальних виробів, зокрема, відповідною технічною документацією – паспортом, настановою з експлуатації, установочними креслениками, сертифікатами тощо;

- необхідний жорсткий контроль за відповідністю деталей та складових частин конструкторській документації, особливо стосовно застосованих для їх виготовлення матеріалів та маси готових виробів.

Подальші дослідно-конструкторські роботи у напрямку створення електромобіля малої вантажопідйомності передбачають зменшення маси спорядженого електромобіля та вдосконалення системи живлення тягового ЕД і системи керування тяговим приводом.

#### Список використаних джерел

1. Electric Transaxles TX2 Serie. A unique vision. Built for Electrification on an epic scale. веб-сайт. URL: <https://www.benevelli-group.com/en/products-for-electric-vehicles/en/electric-transaxles-en/electric-transaxles-tx2-serie-en.html> (дата звернення: 21.02.2022).

**Войтків Станіслав Володимирович** – к.т.н., Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, ТОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", e-mail: [voytkivsv@ukr.net](mailto:voytkivsv@ukr.net).

**Voytkiv Stanislav** – Cand. Sc. (Eng), The Deserved Machine Engineer of Ukraine, General Designer, "Scientific and Technical Center "Autopoliprom", e-mail: [voytkivsv@ukr.net](mailto:voytkivsv@ukr.net).

УДК 656.11

Галуцак О. О., к.т.н.; Галуцак А. В.; Баранов В. А.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

*Розглянуті питання використання автоматизованих систем керування дорожнім рухом та інтелектуальних транспортних систем. Визначено найбільш перспективні шляхи використання електронних систем для підвищення ефективності дорожнього руху.*

*Issues of using automated traffic control systems and intelligent transport systems are considered. The most promising ways of using electronic systems to increase traffic efficiency have been determined.*

**Вступ.** У більшості мегаполісів світу виникає проблема заторів на дорогах, що призводить до великих витрат часу та енергії. У таких ситуаціях електронні системи керування транспортними потоками можуть бути корисні, оскільки вони дозволяють підтримувати плавний рух транспорту та підвищувати безпеку на дорогах.

Досліджуючи дану тему можна розглядати різні типи електронних систем керування транспортними потоками, такі як системи моніторингу трафіку, системи віддаленого керування світлофорами, системи автоматичного контролю швидкості транспорту тощо. Кожна з цих систем може мати свій вплив на дорожній рух, і важливо дослідити, як ці системи можуть працювати разом для досягнення максимального ефекту.

**Результати досліджень.** Перед впровадженням електронних систем керування транспортними потоками потрібно дослідити їх вплив на такі фактори, як час перебування автомобілів в заторах, частота аварій на дорогах, рівень забруднення повітря та шуму. Також потрібно досліджувати ефективність окремих систем та їх можливості для оптимізації дорожнього руху в різних умовах, наприклад, при зміні погодних умов або відключенні деяких ділянок дороги.

Автоматизовані системи керування дорожнім рухом (АСКДР) - це взаємопов'язаний комплекс технічних, програмних і організаційних заходів, які збирають і обробляють інформацію про дані транспортних потоків і на основі цього оптимізують управління рухом. Завданням АСКДР є забезпечення організації безпеки дорожнього руху на дорогах [1].

Магістральні системи АСКДР можна розділити за такими критеріями:

- безцентрові АСКДР – немає необхідності створення керуючого пункту. Існує 2 модифікації безцентрових АСКДР. В одній з них роботу синхронізує головний контролер, до якого йде зв'язок від інших контролерів (лінія одна для всіх). У наступній модифікації безцентрових АСКДР від всіх контролерів йде своя лінія зв'язку;
- централізовані АСКДР – мають центр управління, зі зв'язаними з ним контролерами їх власними лініями зв'язку;
- централізовані інтелектуальні АСКДР – вони оснащені визначниками транспорту і, в залежності від завантаженості потоку, можуть змінювати плани координації руху;
- інтелектуальні АСКДР – містять потужні керуючі обчислювальні комплекси і мережу інформаційних дисплеїв. Ці АСКДР можуть проводити безперервний контроль потоку транспорту і керуватись автоматичним адаптивним управлінням, що дає можливість перерозподілити транспортні потоки по мережі;
- загальноміські АСКДР – спрощені, інтелектуальні, з управлінням на міських дорогах з безперервним і реверсивним рухом.

АСКДР, як частина інтелектуальних транспортних систем, виконує керуючі та інформаційні функції, основними з яких є:

- керування транспортними потоками;
- забезпечення транспортної інформацією;
- організація електронних платежів;
- управління безпекою та управління в особливих ситуаціях.

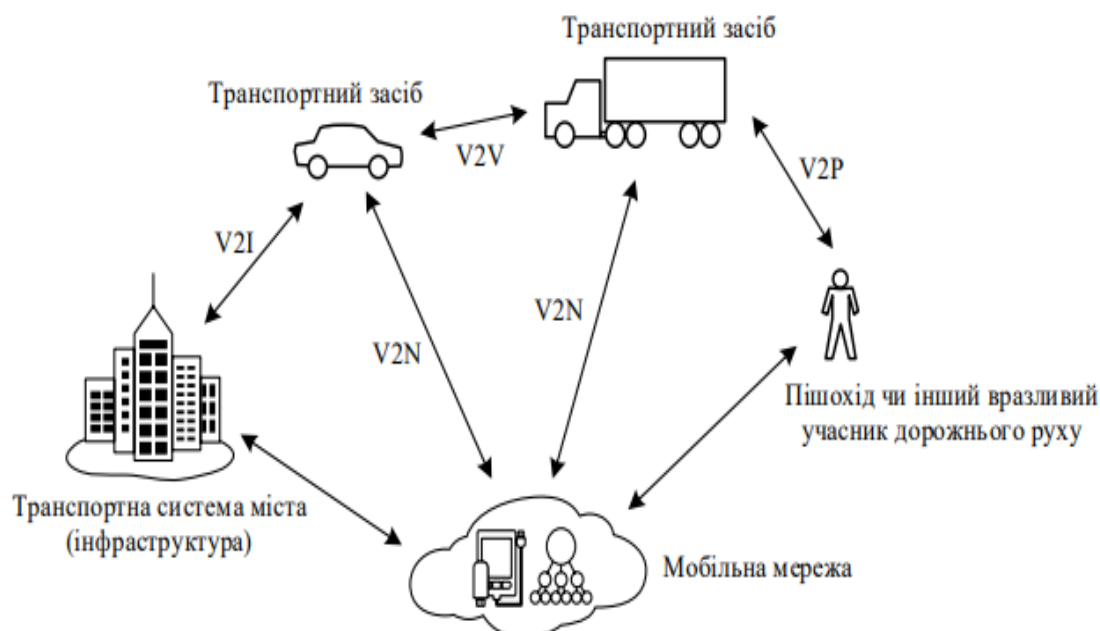


Рисунок 1 – Види комунікацій в інтелектуальних транспортних системах [2]

Електронні системи забезпечують покращення пропускної здатності доріг. Наприклад, система інтелектуального транспорту забезпечує плавну координацію руху транспортних засобів, що дозволяє зменшити затори на дорогах та покращити пропускну здатність, а також зменшити кількість аварій та забезпечити безпеку на дорозі. Електронні системи, такі як системи безпеки автомобіля, забезпечують вчасну реакцію на небезпеку на дорозі та зменшення кількості аварій. А отже системи управління транспортним потоком можуть забезпечувати ефективне розподілення руху транспортній мережі, що дозволяє зменшити час простою на дорозі та покращити швидкість руху. Крім того, електронні системи можуть забезпечувати економію палива та зниження шкідливих викидів в атмосферу, що дозволяє зменшити вплив автомобілів на навколишнє середовище.

Отже електронні системи можуть позитивно вплинути на ефективність дорожнього руху, забезпечуючи покращення пропускної здатності, безпеки на дорозі, швидкості руху та економії палива.

Було визначено найбільш перспективні шляхи використання електронних систем для підвищення ефективності дорожнього руху:

1. Встановлення систем контролю за швидкістю – встановлення спеціальних камер і датчиків на дорозі, які фіксують швидкість руху автомобілів. При перевищенні дозвolenої швидкості водій отримує автоматичне повідомлення або штраф. Це може підвищити безпеку на дорозі та зменшити кількість аварій.

2. Використання систем автоматичної парковки – підвищує ефективність використання місць для паркування та зменшує час на пошук та паркування автомобіля в зоні щільної забудови та щільного трафіку. Встановлення додаткових датчиків та камер дозволяє автоматично керувати рухом автомобілів та паркуватися без участі водіїв

3. Використання систем GPS – встановлення GPS-приймачів на автомобілі для визначення маршруту руху. Використання активної системи моніторингу заторів для

визначення оптимального маршруту, дозволить оптимізувати час та швидкість автомобільного транспорту на всіх ділянках руху транспортного засобу.

**Висновки.** В роботі проаналізовано сутність та проблематика систем керування транспортними потоками, яка показала, що у теперішній час перевага надається геоінформаційним системам. Перетворення інформаційної системи керування транспортними потоками в інтелектуальну інформаційну систему дозволить підвищити ефективність вирішення задачі керування у конкретній ситуації за рахунок врахування більшої кількості факторів та накопиченого досвіду.

Тому перспективним є розробка систем керування транспортними потоками, які використовують дані в реальному часі та відслідковують ситуацію на дорозі, що в свою чергу підвищує ефективність та пропускну спроможність на дорогах загального користування.

#### Список використаних джерел

1. В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем: монографія. Кропивницький: Лисенко В. Ф., 2020. 428 с.

2. Дудник І.В. Електронні системи керування транспортними засобами / І.В. Дудник, В.О. Шахно // - К.: Техніка, 2010. - 352 с.

3. Кашканов А. А. “Проблеми функціонування транспортних систем великих міст України в сучасних умовах” / А. А. Кашканов, О. В. Пальчевський // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, № 1(18), с. 97-102, 2022. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.764>.

4. Семченко Н. О. Дослідження параметрів руху груп транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст / Н. О. Семченко, Є. Б. Решетніков // Комунальне господарство міст, № 7(146), с. 12-19. 2018. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2018-7-146-12-19>.

5. Implementing an Intelligent Transportation System: A Bottom-Up Approach to Value Creation. Connect, collect, analyze, deliver – optimize traffic management with intelligent transportation systems. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://intellias.com/implementing-intelligent-transportation-system/>.

**Галушчак Олександр Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [galushchak.gs@gmail.com](mailto:galushchak.gs@gmail.com)

**Галушчак Анастасія Володимирівна** – асистент кафедри комп'ютерних систем та управління, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [galushchak.a.v@gmail.com](mailto:galushchak.a.v@gmail.com)

**Баранов Владислав Анатолійович** – магістр за спеціальністю транспортні технології, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [1tt.17b.baranov@gmail.com](mailto:1tt.17b.baranov@gmail.com)

**Galushchak Oleksandr** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [galushchak.gs@gmail.com](mailto:galushchak.gs@gmail.com)

**Galushchak Anastasiia** – assistant of the Department of Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [galushchak.a.v@gmail.com](mailto:galushchak.a.v@gmail.com)

**Baranov Vladyslav** - Master's degree in Transport Technologies, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [1tt.17b.baranov@gmail.com](mailto:1tt.17b.baranov@gmail.com)

УДК 639.113

Галушак О. О., к.т.н., доц.; Галушак Д. О., к.т.н., доц.;  
Кужель В. П. к.т.н., доц.; Паулюкас Арвідас, доктор

## ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОБУСІВ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ВИКОРИСТАННЯМ СУМІШІ ПАЛИВ

*Проведено аналіз та обґрунтування доцільності використання суміші дизельного та біодизельного палива в якості палива для двигуна міського автобуса, визначено економічний ефект та проведено розрахунок витрати палива автобусом при використанні суміші дизельного та біодизельного палива.*

*An analysis and justification of the feasibility of using a mixture of diesel and biodiesel fuel as fuel for a city bus engine was carried out, the economic effect was determined and a calculation of fuel consumption by the bus was carried out when using a mixture of diesel and biodiesel fuel.*

**Вступ.** За останні кілька років спостерігається зростання попиту на біодизельне паливо, яке виготовляється з рослинних олій та іншої сировини біологічного походження. Це пов'язано зі зростанням свідомості щодо екологічного стану навколишнього середовища та зменшення залежності від нафтових палив.

У багатьох країнах світу, зокрема в країнах Європейського Союзу, встановлені цілі щодо збільшення використання біодизельного палива та інших біопалив. Наприклад, Європейський Союз планує досягти значення питомої ваги біопалива до рівня 14%, у загальному використанні палив до 2030 року, на 2023 рік це значення становить 11% [1]. Збільшення виробництва біодизельного палива має сприяти зменшенню викидів вуглекислого газу та покращенню стану навколишнього середовища.

Біодизельне паливо – це екологічно чистий вид палива, яке є перспективним заміником традиційного нафтового дизельного палива, та може використовуватись в двигунах як в чистому виді так і в суміші з дизельним.

**Результати дослідження.** Використання чистого біодизельного палива в якості палива для двигунів внутрішнього згорання є проблематичним, у зв'язку з відмінними від дизельного палива фізико-хімічними властивостями, тому їх поєднання обумовлює особливості використання та збереження суміші. На думку фахівців [2], повне заміщення дизельного палива нафтового походження з біодизельним в двигунах, які знаходяться в експлуатації на даний час малоефективне, тому доцільним є використання біодизельного палива в суміші з дизельним. Навіть завдяки невеликій частці біодизельного палива в суміші можна зменшити витрату дизельного палива та покращити екологічні показники двигуна.

Для розрахункового дослідження витрати палива, були обрані автобуси обладнані дизельними двигунами DEUTZ TCD 2013 L6 4V з турбонаддувом (рис. 1). В результаті проведення аналізу конструктивних особливостей двигуна, та рекомендацій заводом – виробником, було встановлено що на даному двигуні конструктивно передбачено використання біодизельного палива та його суміші з дизельним.

Основні характеристики дизельного двигуна DEUTZ TCD 2013 L6 4V:

- 6-циліндровий рядний двигун з водяним охолодженням, з турбонаддувом та інтеркулером;
- система впорскування DEUTZ Common-Rail (DCR®) з електронною системою управління двигуном з інтелектуальним підключенням до системи управління приводом;
- двигун відповідає вимогам стандарту рівня токсичності відпрацьованих газів EURO III;



- можливе використання біодизельного палива та суміші палив.



Рисунок 1 – Дизельний двигун DEUTZ TCD 2013 L6 4V

Для розрахункового дослідження, розглядався рух автобуса «Богдан А70130» за маршрутами міста Вінниці. Вихідні дані для розрахунку витрати палива, пройденої відстані та швидкості руху автобуса за різними маршрутами були отримані шляхом встановлення GPS-трекера з GSM-модулем та датчиком рівня палива на автобус. Зібрана інформація, за присутності сигналу оператора GSM зв'язку, передається на сервер обробки у вигляді «пакету» даних – час, координати, значення внутрішніх та зовнішніх параметрів.

За допомогою математичної моделі [3], здійсимо розрахунок витрати палива автобуса, використовуючи суміш дизельного та біодизельного палив (B20) та порівняємо її з витратою дизельного палива.

Для виконання розрахунків приймемо наступні умови:

- компонентний склад суміші B20 (20% біодизельного палива та 80% дизельного);
- дизельний двигун автобуса прогрітий до робочої температури;
- оскільки, міський пасажиропотік має велику нерівномірність по годинами доби, то прийнято, що автобус завантажений на 70% від максимальної пасажиромісткості.

Один із найбільш ефективних та легких в реалізації способом зменшення витрат на паливо автобуса є використання суміші дизельного та біодизельного палива для живлення двигуна, що не потребує конструктивних змін системи живлення. Покращення економічних та екологічних показників дизельних двигунів DEUTZ TCD 2013 L6 4V, який встановлений на автобус при використанні суміші палив B20 було досягнуто за рахунок зменшення кута випередження впорскування палива.

З розрахунку витрати палива автобусом отримано, що при русі протягом дня використовуючи суміш палив (B20), збільшення її витрати складає на 4,7% більше ніж при використанні дизельного палива, а витрати в грошовому еквіваленті зменшились на 4,5%. Визначено, що річний економічний ефект при використанні суміші палив B20 одним автобусом який експлуатується в межах міста Вінниця в режимі громадського транспорту буде складати 48 600,4 грн. При експлуатації транспортних засобів з дизельними двигунами на сумішевих видах палива (дизельне паливо та біодизельне) інтервал між замінами моторної оливи збільшується.

#### Список використаних джерел

1. 2023 Clean Fuels Forecast Дата оновлення: 19.02.2020. URL: <https://www.oregon.gov/das/OEA/Documents/Clean%20Fuels%20Forecast%202023.pdf> (дата звернення 09.04.2023).

2. Поляков А. П. Спосіб забезпечення необхідних техніко-економічних та експлуатаційних характеристик дизельного двигуна при переводі його на роботу на біодизельному паливі / А. П. Поляков, О.О. Галушак, Д.О. Галушак, Нгаяхи Аббе К. В. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – №3, 2012р. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/viewFile/336/3345>.
3. Поляков А.П. Методика визначення показників автомобіля з дизельним двигуном/ А.П. Поляков, О.О. Галушак Д.О. Галушак // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2015. – № 10 (1119). – С. 59-64.
4. Кішик О.В., Васильківський І.В. Оцінка забруднення атмосферного повітря Вінницької області автотранспортом // VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2017), 20-22 вересня, 2019. Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 181.
5. Anto, S.; Pugazhendhi, A. Algae as green energy reserve: Technological outlook on biofuel production. / S.S. Mukherjee, R. Muthappa; T. Mathimani, G. Deviram, S.S. Kumar, T.N Verma // Chemosphere 2020, p. 242, 125079.
6. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище [Електронний ресурс] / П. І. Чуваєв //Вісник Національного транспортного університету. – 2013. – № 27. – С. 380 – 383. – Режим доступу до журн.: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vntu\\_2013\\_27\\_58.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vntu_2013_27_58.pdf).

**Галушак Олександр Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [galushchak.gs@gmail.com](mailto:galushchak.gs@gmail.com)

**Галушак Дмитро Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [galuschak.d@gmail.com](mailto:galuschak.d@gmail.com)

**Кужель Володимир Петрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Арвідас Паулюкас** – доктор, Університет Вітаутаса Великого, Академія, Каунаський округ, Литва, e-mail: [arvydas.pauliukas@vdu.lt](mailto:arvydas.pauliukas@vdu.lt)

**Galushchak Oleksandr** - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [galushchak.gs@gmail.com](mailto:galushchak.gs@gmail.com)

**Galuschak Dmytro** - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [galuschak.d@gmail.com](mailto:galuschak.d@gmail.com)

**Kuzhel Volodymyr**, Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Arvydas Pauliukas** – Doctor, Vytautas Magnus University, Akademija, Kaunas District, Lithuania, e-mail: [arvydas.pauliukas@vdu.lt](mailto:arvydas.pauliukas@vdu.lt).

УДК 629.113

Голенко К. Е., к.т.н.; Войчишин Ю. І.; Старий А. Л.

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ МОДЕЛЮВАННЯМ ФРОНТАЛЬНОГО УДАРУ

*Розглянуті питання оцінки рівня пасивної безпеки міських автобусів при фронтальному ударі згідно з вимогами правил UNECE R29 та NCAP моделюванням у розрахунковому середовищі методом кінцевих елементів.*

*The issues of assessing the level of city buses passive safety in case of a frontal impact in accordance with the requirements of UNECE R29 and NCAP rules are considered in the conditions of simulation in the calculation environment using the FEA.*

**Вступ.** За даними Національної адміністрації безпеки дорожнього руху (NHTSA) [1], у 2019 році сталося 13260 аварій з участю автобусів в США. Це призвело до 6306 постраждалих та 214 загиблих. За даними Європейської комісії у тому ж році сталося близько 1700 аварій з участю автобусів в країнах Європейського союзу. Це призвело до 70 загиблих та більше 2000 поранених. Водночас згідно даних Європейської організації безпеки дорожнього руху (ETSC), з 2010 по 2019 рік кількість загиблих у аваріях з участю автобусів знизилася на 40% в Європі, що свідчить про впровадження різних заходів безпеки на дорогах та покращення технічного стану транспортних засобів [2,3]. Статистика по фронтальних ударах (зіткненнях) за 2019-й рік є наступною:

- фронтальні удари автобусів стали причиною 35% загиблих у аваріях з участю автобусів (статистика NHTSA по США);
- фронтальні удари є одними з найбільш небезпечних видів аварій, що відбуваються з автобусами в США (за даними Бюро перевезень США);
- фронтальні зіткнення були причиною близько 8% загиблих у аваріях за участю автобусів в країнах Європейського союзу (Європейська комісія);

Цікавим є той факт, що за даними NHTSA більше половини загиблих в аваріях з участю автобусів у США - це пасажирів автобусів, а не водії. У свою чергу це спонукає проводити випробування і на відповідність UNECE R80 щодо безпеки пасажирських сидінь.

**Результати дослідження.** Окремих, визначених безпосередньо під автобуси, правил (стандартів) для оцінки рівня пасивної безпеки при фронтальних зіткненнях не існує. У такому випадку на міські автобуси розповсюджуються ті самі норми, що діють на транспортні засоби середньої ваги, за рішенням відповідного сертифікаційного органу. Крім UNECE R29 [2] та NCAP [3], існують ще деякі правила та стандарти для перевірки безпеки транспортних засобів при фронтальному ударі. Ось декілька з них:

1. Стандарти Європейського союзу - ЄС визначає стандарти безпеки транспортних засобів, які продаються на її території. Ці стандарти включають правила та вимоги щодо безпеки при фронтальному ударі.
2. Стандарти Європейської організації виробників автомобілів (ACEA) - ця організація визначає стандарти безпеки транспортних засобів, включаючи ті, що стосуються фронтальних ударів.
3. Японський стандарт JNCAP - цей стандарт визначає критерії безпеки для автомобілів, що продаються в Японії. Він включає оцінку безпеки при фронтальному ударі.
4. Австралійський тест ANCAP - цей тест визначає безпеку автомобілів, що продаються в Австралії та Новій Зеландії. Він включає оцінку безпеки при фронтальному ударі.

Нас цікавлять в першу чергу найбільш популярні UNECE R29 [2] та NCAP [3].

Відповідно до Регламенту ЕСЕ 29, для транспортних засобів з повною масою 7500 кг або більше, енергія удару від маятника повинна становити 55 кДж (рис.1а). Габарити та розташування маятника, його маса та кутова швидкість є визначеними у UNECE R29 [4-5]. Між конструкцією та приводом не повинно бути контакту, щоб переконатися, що модель відповідає вимогам регламенту [6-8]. Зважаючи на це, слід використовувати манекен, який описано в UNECE R29.

Під час випробувань на лобовий удар у рамках Програми NCAP, проведених Національною адміністрацією безпеки дорожнього руху (NHTSA) [5], тестовий транспортний засіб рухається в напрямку до твердої стіни зі швидкістю 56 км/год перпендикулярно до її поверхні (рис.1б). У цьому дослідженні манекен аналогічного розміру та параметрів, що й у UNECE R29. Для проведення досліджень по встановленню рівня пасивної безпеки міського автобуса ми будемо керуватися крайовими умовами NHTSA [10-11]. Попередньо можна обчислити базові значення сили удару (1) та енергії поглинання при деформації матеріалів (2).

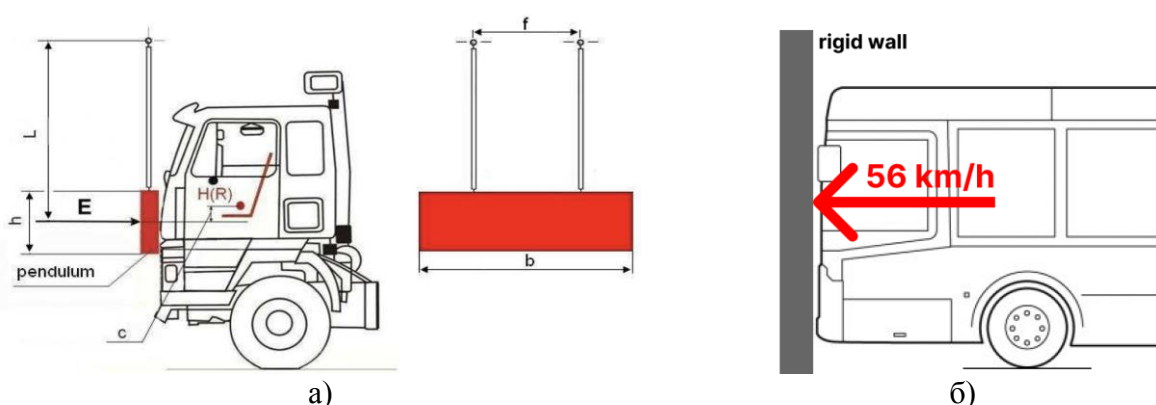


Рисунок 1 – Постановка крайових умов випробувань при фронтальному ударі на відповідність вимогам: а) UNECE R29; б) NCAP

$$F = M \cdot \Delta v / \Delta t = \sum_{i=0}^n m_i \Delta v_i / \Delta t, \quad (1)$$

де:  $F$  - сила удару,  $M$  - маса транспортного засобу,  $\Delta v$  - зміна швидкості, яку зазнав транспортний засіб,  $\Delta t$  - час, за який зміна швидкості сталася. Рівняння (1) можна застосувати в інтегральному вигляді:  $m_i$ ,  $\Delta v_i$  – маса та швидкість  $i$ -того елемента автобуса відповідно до МЦХ (масово-центрових характеристик) складових моделі.

Формула для розрахунку енергії поглинання при деформації матеріалів:

$$E = 1/2 \cdot k \cdot \Delta x^2, \quad (2)$$

де:  $E$  - енергія поглинання,  $k$  - коефіцієнт жорсткості матеріалу,  $\Delta x$  - величина деформації матеріалу.

Для розрахунку енергії, що поглинається системою безпеки транспортного засобу можна застосувати наступну формулу:

$$E_{sys} = F_{sys} \cdot \Delta x_{sys}, \quad (3)$$

де:  $E_{sys}$  - енергія, яка поглинається системою безпеки,  $F_{sys}$  - сила, яку вона здійснює на транспортний засіб,  $\Delta x_{sys}$  - величина деформації, яку зазнає система безпеки.

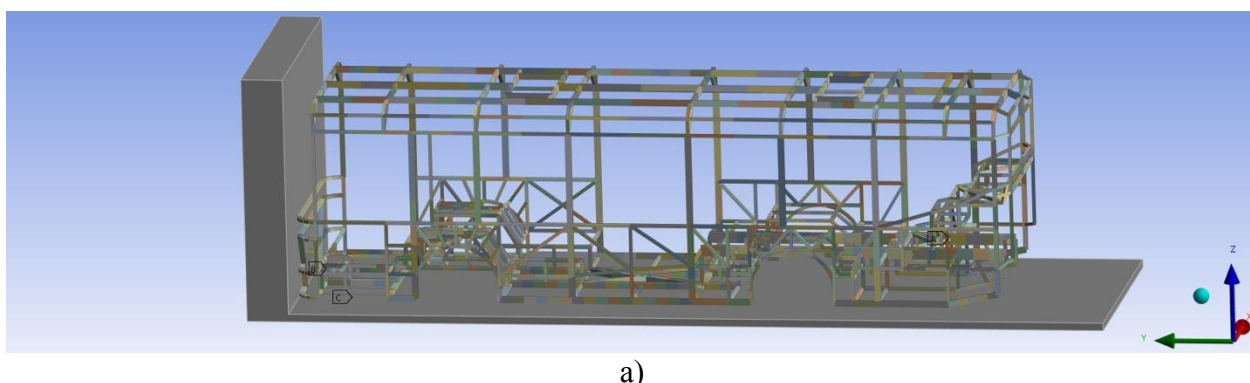
Формула для розрахунку коефіцієнта перенесення навантаження від зони удару до пасажирської кабіни:

$$K = (m_1 + m_2) / m_2, \quad (4)$$

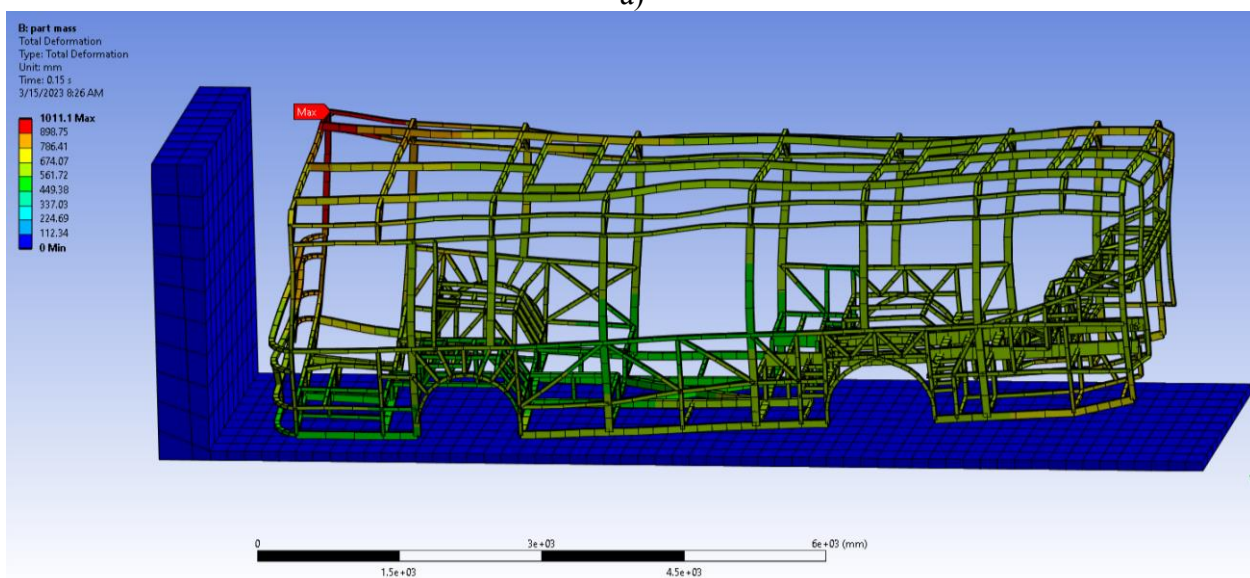
де:  $K$  - коефіцієнт перенесення навантаження,  $m_1$  - маса зони удару,  $m_2$  - маса пасажирської кабіни.

Ці формули допомагають визначити рівень безпеки транспортних засобів та розробляти нові технології та матеріали для покращення їх ефективності при фронтальних зіткненнях. Також їх застосування є ефективним на попередніх етапах прорахунку нових моделей автобусів, починаючи від компоновочної схеми з розподілом мас від вузлів та агрегатів,

закінчуючи розробкою систем безпеки із зонами деформації тощо. Фактична перевірка зон деформації відповідно до вимог NCAP зі швидкістю руху міського автобусу ВАТ «Укравтобуспром» - модель 4289 проводиться у середовищі LS-DYNA Ansys (рис.2).



а)



б)

Рисунок 2 – Результати фронтального удару відповідно до вимог NCAP (56 км/год): а) розрахункова модель каркасу кузова автобуса; б) карта деформацій – час  $t=0.15$  с

Таким чином, питання визначення рівня пасивної безпеки при фронтальних ударах є можливим досліджувати ще до етапу натурних випробувань на базі формування оригінальних аналітичних методик аналізу напружено-деформованого стану каркасів кузовів міських автобусів і не тільки. Первинно є доцільним прорахувати енергію поглинання удару, а надалі вже проводити моделювання у розрахунковому середовищі (наприклад, LS-DYNA Ansys) для отримання корисних даних щодо деформацій у важливих зонах, прискорення у критичних точках, тощо.

### Список використаних джерел

1. Lidbe, Abhay & Penmetsa, Praveena & Wang, Teng & Adanu, Emmanuel & Nambisan, Shashi. (2020). Do NHTSA vehicle safety ratings affect side impact crash outcomes?. Journal of Safety Research. 73. 1-7. 10.1016/j.jsr.2020.02.001.
2. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the occupants of the cab of a commercial vehicle. ECE - United Nations. Regulation No. 29. E/ECE/324/Rev.1/Add.28/Rev.2 E/ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.28/Rev.2 <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R029r2e.pdf>
3. Van Ratingen, Michiel. (2017). The Euro NCAP Safety Rating. 10.1007/978-3-658-18107-9\_2.

4. Lopes, Rogério & Viriato, Nuno & Cunha, Rafael & Maia, Ricardo & Rodrigues, Rui & Parente, Marco & Moreira, Pedro. (2023). Passive Safety Solutions on Coach according ECE R29: Experimental and Numerical analyses. *Procedia Structural Integrity*. 42. 10.1016/j.prostr.2022.12.148.
5. Afripin, Amirul & Zainudin, A & Sahar, M & Yusof, M. (2019). Frontal impact on bus superstructure as per UNECE R29 and NCAP. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 670. 012014. 10.1088/1757-899X/670/1/012014.
6. Ioniță, A & Stan, Cornelia & Manea, A. (2022). Analytical crash analysis of heavy truck cabin structure according to regulation ECE-R29. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1235. 012032. 10.1088/1757-899X/1235/1/012032.
7. Ioniță, A & Stan, Cornelia & Manea, A. (2022). Analytical crash analysis of heavy truck cabin structure according to regulation ECE-R29. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1235. 012032. 10.1088/1757-899X/1235/1/012032.
8. Sharma, Mukesh. (2013). Protection of Occupants for Survival Space as per ECE R29: A Study of Regulatory Requirements, New Proposals and Challenges of Implementation in Global Context. 10.1007/978-3-642-33805-2\_61.
9. Lopes, Rogério & Vasheghani Farahani, Behzad & Parente, Marco & Viriato, Nuno & Moreira, Pedro & Cunha, Rafael & Costa, André & Maia, Ricardo & Rodrigues, Rui. (2022). FEM Modelling of Passive Safety Solutions for Buses. 10.13140/RG.2.2.23234.25285.
10. Lopes, Rogério & Vasheghani Farahani, Behzad & Parente, Marco & Viriato, Nuno & Moreira, Pedro & Cunha, Rafael & Costa, André & Maia, Ricardo & Rodrigues, Rui. (2022). FEM Modelling of Passive Safety Solutions for Buses. 10.13140/RG.2.2.23234.25285.
11. Wang, Dengfeng & Xie, Chong & Wang, Yong. (2021). Multi-objective lightweight and crashworthiness collaborative optimisation of commercial vehicle cab. *International Journal of Crashworthiness*. 27. 1-15. 10.1080/13588265.2021.1889250.

**Голенко Костянтин Едуардович** – кандидат технічних наук, викладач кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства, Хмельницького національного університету, e-mail: kgolenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6140-4573

**Войчишин Юрій Іванович** – аспірант кафедри проектування машин та автомобільного інжинірингу, Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: Yurii.I.Voichyshyn@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-7004-0567

**Старий Артем Леонідович** – аспірант кафедри ТАМ, факультет інженерії, транспорту та архітектури, Хмельницький національний університет, e-mail: tribosenator@gmail.com.

**Kostyantyn Holenko** – PhD, Department of Tribology, Automobiles and Materials Science. Khmelnytskyi National University. Khmelnytskyi, Ukraine, e-mail: kgolenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6140-4573

**Yurii Voichyshyn** – graduate student of the Department of Equipment Design and Operation, Lviv Polytechnic National University. Lviv, Ukraine, e-mail: Yurii.I.Voichyshyn@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-7004-0567

**Stariy Artem** – graduate student of the TAM Department, Faculty of Engineering, Transport and Architecture, Khmelnytskyi National University, e-mail: tribosenator@gmail.com.

УДК 629.4.016.15

Головня М. Д.; Мармут І. А., к.т.н., доц.

## ДО ПИТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ВИТРАТИ ПАЛИВА

*Розглядаються питання моніторингу витрати палива при комерційному використанні автомобілів, враховуючи дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови та культуру експлуатації. Проаналізовані засоби оперативного контролю над витратою палива на лінії.*

*Issues of monitoring fuel consumption during commercial use of cars are considered, taking into account road, transport, atmospheric and climatic conditions and the culture of operation. Analyzed means of operational control over fuel consumption on the line.*

**Вступ.** Нормування витрати палива – це встановлення допустимої міри його споживання у певних умовах експлуатації автомобілів. Для цього застосовують базові лінійні норми, які встановлені щодо конкретних моделей (модифікацій) автомобілів, та систему нормативів і коригувальних коефіцієнтів, що дозволяють врахувати виконану транспортну роботу, кліматичні, дорожні та інші умови експлуатації.

Роботи, присвячені дослідженням паливної економічності автомобілів, з урахуванням режимів руху та кінцевих результатів, можна розподілити за такими напрямками [1-3]:

- дослідження при встановлених, невстановлених та циклічних режимах руху;
- розробка методів оцінки паливної економічності автомобілів;
- дослідження впливу різних факторів на експлуатаційні якості автомобілів;
- підвищення паливної економічності автомобілів.

Найбільш складними є циклічні режими руху із зупинками. Вони включають практично всі фази руху, що зустрічаються в експлуатації.

У більшості робіт не приділяється уваги такій важливій проблемі, як комплексна оцінка швидкісних властивостей та паливної економічності автомобіля. У той же час відомо, що в ряді випадків зміна деяких параметрів автомобіля протилежно впливає на ці якості.

Фактори, що впливають на витрату палива, можуть бути розбиті на три групи:

- група постійних факторів – вид виконуваної роботи, організація робіт, погодні умови, кваліфікація водія, технічний стан автомобіля, якість паливно-мастильних матеріалів тощо (якщо вони залишаються на однаковому рівні або мають незначні зміни за періоди, що порівнюються);

- група факторів, що враховуються – ті ж самі фактори, якщо вони піддаються кількісному або якісному обліку і мають значні відхилення у відповідні періоди;

- група неврахованих факторів – фактори, які можуть мати випадкові значення (випадкові коливання режимів навантаження, опору руху автомобіля, кліматичних умов тощо).

Істотний вплив на витрату палива має організація руху: однорідність транспортного потоку (можливість рухатися на найбільш економічних швидкостях), організація безперервного руху, будівництво об'їзних доріг, підземних або наземних пішохідних переходів та транспортних розв'язок у різних рівнях.

**Результати дослідження.** Витрата палива значною мірою залежить від рівня кваліфікації водія. З точки зору паливної економічності та викидів шкідливих речовин, різниця між гіршими та кращими розгонами, за ознакою зміни частот обертання колінчастого валу при перемиканні передач, може досягати 15%.

Важливе значення підвищення паливної економічності автомобілів має метрологічний рівень контролю над фактичними витратами палива і транспортною роботою автомобілів лінії. Для цього необхідне приладове забезпечення контролю за транспортною роботою,

завантаженням, паливними витратами автомобілів у власне перевізному процесі [4-6]. Значне покращення контролю паливної економічності вантажних та пасажирських перевезень можливе із застосуванням автоматизованих методів обліку умов експлуатації, а також датчиків витрати палива. Це може дати економію палива до 10...15%.

За принципом дії та призначення системи моніторингу поділяються на три основні види.

### 1. Система, що працює із відомими супутниками GPS.

Вона однією з найпростіших та недорогих систем. Її доцільно використовувати на малих підприємствах. Принцип роботи досить простий: спеціальний пристрій встановлюється в автомобілі та відстежує його переміщення містом. Спеціальна програма обчислює кількість витраченого палива. Недоліком такого пристрою прийнято вважати те, що він працює за стандартною математичною формулою, яка не враховує зупинки, зношування та інші дорожні ситуації, а отже, допускає певну похибку. Другий недолік – це те, що він не підходить для стаціонарних автомобілів. Наприклад, автокран чи бурильна установка використовує у своїй роботі енергію двигуна внутрішнього згорання. Отже, в цьому разі пристрій не дасть потрібного результату.

### 2. Датчики рівня палива та передавальний пристрій.

Найкращий варіант контролю витрати палива вантажних автомобілів, бортових, самоскидних та магістральних тягачів. Система контролю витрати палива передбачає встановлення автомобільного GPS/GSM терміналу і датчика рівня палива в бак (рис. 1). Якщо баків кілька, то в кожен окремо.



Рисунок1 – Встановлення датчика рівня палива у бак

Датчик вимірює рівень палива в баку, передає значення GPS-терміналу, термінал «запам'ятовує» своє місце розташування і передає на сервер інформацію за рівнем палива в баку і місцезнаходження. Сервер зберігає всю прийняту інформацію в базі даних і дозволяє відобразити на комп'ютері витрату палива на 100 км, за 1 годину, за вказаний проміжок часу або в будь-якій точці та часі.

За вартістю це рішення дорожче, ніж установка витратоміра, але має свої переваги:

- не залежить від типу паливної системи та не вимагає втручання у паливну систему;
- дозволяє контролювати обсяг, місце та час заправок, а також зливів;
- не вимагає регулярного сервісного обслуговування, як витратоміри;
- дані з витрати палива можна отримувати автоматично на комп'ютері.

Система може використовуватися в середніх підприємствах і підійде для більш точних вимірів, тому що включає датчики рівня палива і безліч інших пристроїв, призначених для спостережень за режимами роботи транспорту в реальному часі. Однак, у цьому випадку підприємству обов'язково знадобиться диспетчер.

### 3. Спеціальне устаткування, яке має всі необхідні програми контролю.

Може застосовуватися у великих підприємствах та має повний набір необхідних пристроїв, які враховують багато параметрів двигунів: температура, атмосферний тиск і багато іншого (рис. 2). У цьому випадку пристрій обов'язково комплектується системою супутникового стеження, яка передає всю необхідну інформацію про розташування транспортного засобу.



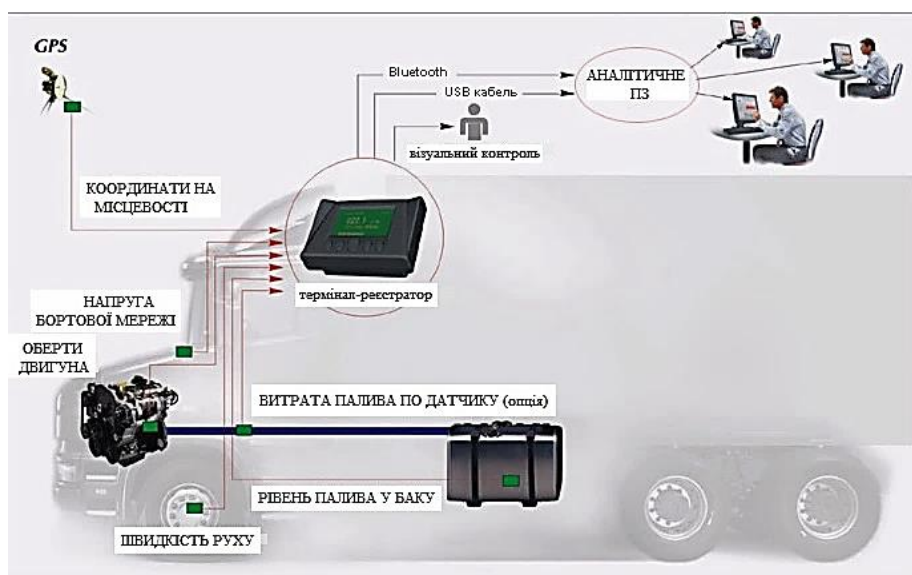


Рисунок 2 – Схема розташування елементів моніторингу витрати палива на автомобілі

Системи контролю за витратою палива дозволяють добре оптимізувати цей параметр та вивести продуктивність праці у вигляді графіків. Крім цього, можна забезпечити повний моніторинг за придбанням та реалізацією всіх частин ПММ, що є великим плюсом та показником рентабельності компанії.

#### Список використаних джерел

1. М.Я. Говорущенко, *Системотехніка автомобільного транспорту (розрахункові методи досліджень): монографія*. Харків, Україна: ХНАДУ, 2011, 292 с.
2. І.В. Грицук, В.П. Волков, Є.О. Український, М.В. Володарець, Т.В. Макарова, В.Ю. Риждова, «Особливості забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу в умовах експлуатації», *Науковий журнал ВНТУ «Вісник машинобудування та транспорту»*, № 1(15), с. 52-58. 2022.
3. С.І. Кривошапов, «Вдосконалення існуючої методики нормування витрат палива дорожньо-транспортних засобів», у *«Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики: монографія»*, І. Грицука, Ред. Херсон, Україна: ХДМА, 2019, с. 419-434.
4. Road fuel tanker monitoring. Available: <http://www.tankercontrol.com/>. Accessed on: March 18, 2023.
5. Monitor vehicle fuel usage in real-time. Available: <https://avlview.com/monitor-fuel-level/>. Accessed on: March 18, 2023.
6. Системи контролю транспорту GPS-моніторингу. Режим доступу: <http://avtotracker.com.ua/?language=uk>. Дата звернення: Березень 18, 2023.

**Головня Максим Дмитрович** – студент групи А-51-22, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [golovna2001@gmail.com](mailto:golovna2001@gmail.com).

**Мармут Ігор Арнольдович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенка М.Я., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [mia2005.62@ukr.net](mailto:mia2005.62@ukr.net).

**Holovnia Maksym** – student of group A-51-22, Automobile Faculty, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [golovna2001@gmail.com](mailto:golovna2001@gmail.com).

**Marmut Ihor** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Technical Operation and Service of Cars, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [mia2005.62@ukr.net](mailto:mia2005.62@ukr.net).

УДК 656.13.681.3

Голотюк М. В., к.т.н., доц.; Голотюк В.

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

*Розглянуто питання щодо використання безпілотних літальних апаратів у системі точного землеробства з метою оперативного отримання інформації та фіксування її в електронній оболонці, що значно скоротить час на виявлення проблеми стану посівів сільськогосподарських культур та час на ухвалення рішення для усунення цієї проблеми. Розвиток науки, суспільних відносин, колосальний обсяг нової інформації та нових інформаційних технологій у всіх сферах людського буття вносять свої корективи.*

*The issue of using unmanned aerial vehicles in the system of precision agriculture for the purpose of quickly obtaining information and recording it in an electronic envelope is considered, which will significantly reduce the time to identify the problem of the condition of agricultural crops and the time to make a decision to eliminate this problem. The development of science, social relations, the colossal amount of new information and new information technologies in all spheres of human existence make their corrections.*

**Вступ.** Розвиток технології в сільському господарстві неминуче через збільшення чисельності населення світу та розвитку торговельних відносин. Це призводить до посилення конкуренції на відповідні товари. У такій ситуації найбільш важливими властивостями виробленої продукції будуть її якість, ціна, незалежність урожаю від погоди та шкідників, витрати на утримання техніки та персоналу та багато іншого. Сучасний світ, яким ми його знаємо, багато в чому став можливим завдяки революції у сільському господарстві. Технологічний прогрес багаторазово підвищив продуктивність праці у цій галузі, і тепер досить невеликий відсоток людей, зайнятих у сільському господарстві, здатний прогодувати все населення планети. Однак прогрес не стоїть на місці, і є нові методи підвищення ефективності галузі. Однією з найактуальніших технологій сучасності є точне землеробство [1].

**Основна частина.** Сучасне сільське господарство працює за тими ж принципами, що будь-який бізнес – постійне прагнення знижувати собівартість одиниці виробленої продукції і підвищувати продуктивність для одиницю витрачених ресурсів. На протязі всього ХХ століття досягати цих цілей дозволяв класичний інструментарій - використання все більше:

- економічних сільськогосподарських машин;
- продуктивних сортів рослин;
- ефективних добрив;
- раціональних агротехнологічних прийомів.

Основою технології точного землеробства є програмне наповнення, яке забезпечує автоматизоване ведення просторово-атрибутивних даних картотеки полів, а також генерацію, оптимізацію та реалізацію агротехнічних рішень з урахуванням варіабельності характеристик у межах поля, що обробляється. На сьогоднішній день найменш розвинений, проте існує низка програмних продуктів, призначених для аналізу зібраної інформації та прийняття виробничих рішень. У здебільшого це програми розрахунку доз добрив з елементами геоінформаційних систем (ГІС) [2, 3].

Виконання агротехнологічних операцій динамічно розвивається. Тут самими передовими є операції по внесенню мінеральних добрив, засобів захисту рослин, а також посів зернових і просапних культур.

Внесення добрив за технологією точного землеробства проводиться диференційовано, тобто умовно кажучи, на кожен квадратний метр потрібно вносити стільки добрив, скільки потрібно саме на даному елементарному ділянці поля.

Передбачається попередня підготовка на стаціонарному комп'ютері карти-завдання, в якій містяться просторово прив'язані, за допомогою GPS дози добрива для кожної елементарної ділянки поля, розраховані за результатами агрохімічного обстеження. Для цього проводиться збирання необхідних для розрахунку доз добрив даних про поле (Просторово прив'язаних). Розрахунок дози проводиться для кожної елементарної ділянки поля, тим самим формується (у спеціальній програмі) картзавдання, яке переноситься на чіп-карті на бортовий комп'ютер сільськогосподарської техніки, оснащеної GPS-приймачем і виконується задана операція. Трактор, оснащений бортовим комп'ютером, рухаючись полем, за допомогою GPS визначає своє місцезнаходження і зчитує з чіп-карти дозу добрив, відповідну до місцезнаходження, потім посилає відповідний сигнал на контролер розподільника добрив. Контролер, отримавши сигнал, виставляє на розподільнику добрив необхідну дозу.

Одним із перспективних напрямків у точному землеробстві є використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) – дронів (рис. 1). Деякі власники агрохолдингів запускають дрони над своїми полями, щоб по встановленій на них відеокамері візуально виявити проблеми своїх угідь. Так, це скоротить витрати та час на об'їзд багатокілометрових полів. Але людина, лише оглядом, не здатна виявити глибокі проблеми рослин, такі як наявність шкідливих об'єктів або нестача добрив, особливо за таких величезних територій.



Рисунок. 1 – Принцип роботи системи контролю й моніторингу

У найближчому майбутньому планується розробка роботизованих комплексів, що передбачають виліт безпілотників на поля згідно з графіком, збирання необхідної інформації

та перекидання її в автоматизовану систему обробки після повернення, а також самостійну підзарядку апаратів. Спеціальні дрони для сільськогосподарської діяльності ефективні ще тим, що з їхньою допомогою можна планувати власну траєкторію польоту, прагнути максимального охоплення насаджень, і за допомогою управління камерою, можна вдосконалювати картинку для подальшого повного аналізу того, що відбувається.

**Висновки.** Зрештою, відпрацьовані методики дозволять вивести сільськогосподарське виробництво на новий рівень з підвищенням рентабельності галузі. Таким чином, застосування безпілотних літальних апаратів у сільськогосподарському виробництві дозволить створити точніший електронний картографічний матеріал, вести електронний облік сільськогосподарських операцій, здійснювати оперативний контроль за станом посівом і також оперативно реагувати на порушення і відхилення, що виникають, прогнозувати врожайність культур та планувати свою діяльність на короткочасну та довгострокову перспективу.

### Список використаних джерел

1. Ласло О.О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні // Вісник ПДАА. – Полтава: ПДАА, 2011. – Випуск 1 «Сільське господарство. Рослинництво». – С. 49–50.
2. Крачок Л. І. Новітні технології в сільському господарстві: проблеми і перспективи впровадження [Електронний ресурс] / Л. І. Крачок // Сталий розвиток економіки. Міжнародний науково-виробничий журнал. – 2013. – No 3. – Режим доступу: <http://surl.li/anbue>.
3. Голотюк М.В. Мехатроніка в системах точного землеробства / Голотюк М. В., Налобіна О.О., Бундза О.З., Тхорук Є.І., Дорошук В. О. // Вісник НУВГП, серія: Технічні науки. – Рівне: НУВГП, 2022. – Вип. 4(100). – С. 84–90.

**Голотюк Микола Віталійович** - к.т.н., доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Вікторія Голотюк** - студентка, Київський національний університет імені Т. Шевченка, м. Київ.

**Mykola Holotiuk** - Ph.D., associate professor, National University of Water Management and Nature Management, Rivne.

**Victoria Holotyuk** - student, Kyiv National University named after T. Shevchenko, Kyiv

УДК 656:338

Голуб Д. В., к.т.н., доц.; Аулін В. В., д.т.н., проф.; Замуренко А. С.

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ АЛГЕБРИ ЛОГІКИ ПРИ ОЦІНЦІ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

З'ясовано основні поняття і методи алгебри логіки та розглянуті логістичні функції від однієї, двох та трьох змінних. Зазначені цілі набори цих функцій та їх значення за значеннями факторів. Розглянуті основні властивості булевих операцій та еквівалентних перетворень. Виявлено ряд позитивних перетворень, які з успіхом можна використати для оцінки надійності транспортних систем та їх ланцюгів, які містять властивості булевих операцій.

*The main concepts and methods of the algebra of logic are clarified and the logistic functions from one, two and three variables are considered. Whole sets of these functions and their values by factor values are specified. The main properties of boolean operations and equivalent transformations are considered. A number of positive transformations have been identified that can be successfully used to assess the reliability of transport systems and their chains, which contain the properties of boolean operations.*

**Вступ.** В теорії надійності різноманітних систем останнім часом для розв'язання деяких проблем надійності успішно використовується алгебра логіки (булева алгебра) та логістичні функції. Методи алгебри логіки з успіхом можна використати і при оцінці показників надійності транспортних систем [1-3]. Розглянемо двоелементну множину  $B$  і двійкові змінні, що набувають значень з множини  $B$ . Елементи множини  $B$  часто позначають 0 і 1. Однак вони не є числами у звичайному розумінні, а найбільш поширеною є їх логічна інтерпретація двійкових змінних: 1 - "так", а 0 - "ні". У записі  $B = \{0,1\}$  будемо розглядати 0 і 1 як формальні символи, що не мають арифметичного змісту. Алгебру, утворену множиною  $B$  разом з усіма можливими операціями на цій множині, називають алгеброю логіки або булевою алгеброю [4-6]. Функцією алгебри логіки або логічною функцією від  $n$  змінних називається  $n$ -арна операція на множині  $B$  [7]. Отже, логічна функція  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  - це функція, що набуває значень 0 або 1.

**Результати дослідження.** Множина всіх логічних функцій однієї змінної позначається  $P_2$ , а множина всіх логічних функцій  $n$  змінних -  $P_2(n)$ . Будь-яка логічна функція  $n$  змінних може бути задана таблицею, в лівій частині якої є  $2^n$  наборів значень змінних (двійкових векторів довжини  $n$ ), а в правій частині - значення логічної функції на цих наборах змінних [8, 9]. Для функції трьох змінних така таблиця має вигляд (табл. 1).

Таблиця 1 – Логічна функція трьох змінних (факторів)

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$f(x_1, x_2, x_3)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

У таблиці 1 набори значень змінних (факторів) розташовані в певному лексикографічному порядку, який збігається з порядком зростання наборів, що розглядаються як двійкові числа. Для довільного фіксованого впорядкування наборів значень змінних логічна функція  $n$  змінних повністю визначається вектор-стовпчиком значень функції, тобто  $2^n$ . Тому загальна кількість різних логічних функцій  $n$  змінних дорівнює кількості різних двійкових векторів  $2^{2^n}$ .

Набори, на яких логічна функція  $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1$ , називають одиничними наборами логічної функції. Відповідно набори, на яких логічна функція  $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ , називають нульовими наборами логічної функції. Змінна  $x_i$  функції  $f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_n)$  є фіктивною, якщо для довільних значень решти змінних, зміна значень  $x_i$  не змінює значення функції:  $f(x_1, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_{i-1}, 1, x_{i+1}, \dots, x_n)$ . У такому випадку логічну функцію  $n$  змінних  $f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_n)$  можна розглядати як логічну функцію  $g(x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n)$  від  $(n-1)$  змінних. Тобто логічна функція  $g(x_1, x_2, \dots, x_n)$  отримана з логічної функції  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  вилученням фіктивної змінної  $x_i$ , а логічна функція  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  отримана з логічної функції  $g(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , введенням фіктивної змінної  $x_i$ . При цьому ці логічні функції вважаються рівними.

За визначенням логічних функцій, функцій однієї змінної (фактору) є чотири (табл. 2).

Таблиця 2 – Логічні функції однієї змінної (фактору)  $\varphi(x)$

$x$	$\varphi_0$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$\varphi_3$
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

Логічні функції  $\varphi_0$  і  $\varphi_3$  - це константи 0 і 1, які не залежать від значення змінної  $x$ . Логічна функція  $\varphi_1$  повторює значення  $x$ :  $\varphi_1(x) = x$ . Логічна функція  $\varphi_2$  є запереченням змінної  $x$  і позначається:  $\varphi_2(x) = \bar{x}$ . Логічних функцій двох змінних (факторів) є шістнадцять (табл. 3).

Таблиця 3 – Логічні функції двох змінних (факторів)  $\psi(x_1, x_2)$

$x_1$	$x_2$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_3$	$\psi_4$	$\psi_5$	$\psi_6$	$\psi_7$	$\psi_8$	$\psi_9$	$\psi_{10}$	$\psi_{11}$	$\psi_{12}$	$\psi_{13}$	$\psi_{14}$	$\psi_{15}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Логічні функції  $\psi_0$  і  $\psi_{15}$  - це константи 0 і 1, відповідно, які не залежать від значення змінної (фактору)  $x$ , тобто це логічні функції з двома фіктивними змінними. Формально логічні функції  $\psi_0(x_1, x_2)$  і  $\psi_{15}(x_1, x_2)$  відрізняються від логічних функцій  $\varphi_0(x)$  і  $\varphi_3(x)$ , оскільки логічні функції  $\varphi_0(x)$  і  $\varphi_3(x)$  задають унарні операції на множині  $B$ , а логічні функції  $\psi_0(x_1, x_2)$  і  $\psi_{15}(x_1, x_2)$  задають бінарні операції на множині  $B$ . Однак за визначенням логічні функції  $\varphi_0(x)$  і  $\varphi_3(x)$  та  $\psi_0(x_1, x_2)$  і  $\psi_{15}(x_1, x_2)$  вважають рівними, оскільки вони відрізняються лише фіктивними змінними. Логічна функція  $\psi_1(x_1, x_2)$  називається кон'юнкцією або логічним

множенням змінних (факторів)  $x_1$  і  $x_2$ , яке позначають:  $x_1 \wedge x_2$ ,  $x_1 \& x_2$ ,  $x_1 \cdot x_2$  або  $x_1 x_2$ . Функція  $\psi_1(x_1, x_2) = 1$ , якщо  $x_1 = 1$  і  $x_2 = 1$ . Тому цю функцію називають функцією "І". Вона відповідає перерізу множин значень змінних (факторів)  $x_1$  і  $x_2$  [4, 10].

Якщо про певне висловлювання  $C$ : наприклад, транспортна система працездатна, можна сказати, що воно істинне, коли істинні висловлювання  $A$  (працездатний елемент  $A$ ) і  $B$  (працездатний елемент  $B$ ), то можна зробити висновок, що висловлювання  $C$  дорівнює висловлюванням  $A$  і  $B$ , які зв'язані операцією кон'юнкції  $C = A \wedge B$ . Таким чином, якщо система, яка складається з двох елементів (рис. 1, а), працездатна (подія  $c$ ), коли працездатні обидва елементи  $a$  і  $b$ , то можна записати логічне рівняння працездатності цієї системи  $c = a \wedge b$ .

Функція  $\psi_7(x_1, x_2)$  називається диз'юнкцією або логічним додаванням значень змінних (факторів)  $x_1$  і  $x_2$ , яке позначають:  $x_1 \vee x_2$ , або  $x_1 + x_2$ . Функція  $\psi_7(x_1, x_2) = 1$ , якщо або  $x_1 = 1$ , або  $x_2 = 1$ . Тому цю функцію називають функцією "АБО". Вона відповідає об'єднанню множин значень змінних  $x_1$  і  $x_2$ .

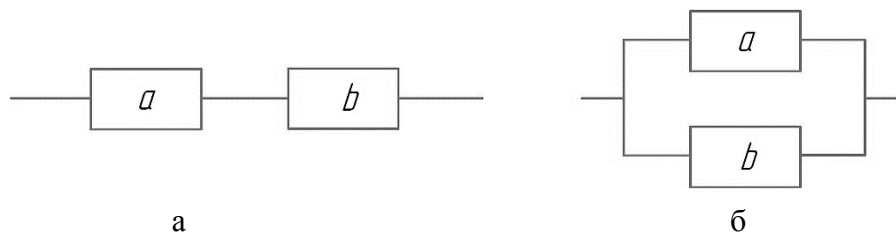


Рисунок 1 – Операції кон'юнкції – послідовне з'єднання елемента в логістичній структурній схемі надійності системи (а) і диз'юнкції – їх паралельне з'єднання елементів (б)

Якщо про певне висловлювання  $C$  можна сказати, що воно істинне, коли істинним є висловлювання  $A$  або  $B$ , то можна зробити висновок, що висловлювання  $C$  дорівнює висловлюванням  $A$  і  $B$ , які зв'язані операцією диз'юнкції  $C = A \vee B$ .

Таким чином, якщо система, структурна логічна схема якої складається з двох елементів (рис. 1, б), працездатна (подія  $c$ ), коли працездатними є елемент  $a$  або  $b$ , то можна записати логічне рівняння працездатності системи  $c = a \vee b$ .

У логічних функціях  $\psi_3(x_1, x_2)$  і  $\psi_{12}(x_1, x_2)$  змінна (фактор)  $x_2$  фіктивна. Із табл. 3 видно, що  $\psi_3(x_1, x_2) = x_1$ , а  $\psi_{12}(x_1, x_2) = \overline{x_1}$ .

У логічних функціях  $\psi_5(x_1, x_2)$  і  $\psi_{10}(x_1, x_2)$  фіктивною є змінна  $x_1$ . Із табл. 3 видно, що  $\psi_5(x_1, x_2) = x_2$ , а  $\psi_{10}(x_1, x_2) = \overline{x_2}$ . Таким чином, із шістнадцяти логічних функцій двох змінних (факторів) шість з них містять фіктивні змінні. Суперпозицією логічних функцій  $f_1(x_1, \dots, x_n), f_2(x_1, \dots, x_n), \dots, f_m(x_1, \dots, x_n)$  називається логічна функція  $f(x_1, \dots, x_n)$  отримана з допомогою підстановок цих функцій одна в одну й перейменування змінних. Формулою називають вираз, який описує цю суперпозицію. Формули характеризуються певною глибиною. Символи змінних (факторів)  $x_1, x_2, \dots, x_n$  вважають формулами глибини 0. Наприклад, формула  $f_2(x_1, x_2, x_3)$  - це формула глибини 1, а формула  $f_3(f_1(x_3, x_1), f_2(x_1), f_3(x_1, x_2)))$  - це формула глибини 3, яка містить одну підформулу глибини 2 і дві підформули глибини 1. Якщо логічна функція  $f_1(x_1, x_2, x_3)$  означає диз'юнкцію, логічна функція  $f_2(x_1, x_2, x_3)$  - кон'юнкцію, а логічна функція  $f_3(x_1, x_2, x_3)$  - додавання по mod 2, то остання формула набуде вигляду:

$$(x_3 \vee x_1) \oplus (x_1 \wedge (x_1 \oplus x_2)). \quad (1)$$

Будь-яка формула, яка виражає логічну функцію як суперпозицію інших логічних функцій, задає спосіб її розрахунку, за умови, що відомі способи розрахунку початкових функцій. Наведемо розрахунок формули (1) на наборі значень змінних (факторів)  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 1$  і  $x_3 = 0$ . Використовуючи таблицю 3, отримаємо:  $x_3 \vee x_1 = 1$ ;  $x_1 \oplus x_2 = 0$ ;  $x_1 \wedge (x_1 \oplus x_2) = 1 \wedge 0 = 0$ ;  $(x_3 \vee x_1) \oplus (x_1 \wedge (x_1 \oplus x_2)) = 1 \oplus 0 = 1$ .

Таким чином, формула кожному набору значень змінних (факторів) ставить у відповідність значення логічної функції. Тому формулу (поряд з таблицею) можна використовувати для задавання і розрахунку логічної функції. Зокрема, провівши за формулою розрахунку на множині всіх  $2^n$  наборах значень змінних (факторів) аргументів, можна відновити таблицю логічної функції. Однак задавання логічної функції за допомогою формули не є єдиним на відміну від табличного способу її задавання.

Наприклад, якщо за початкову множину логічних функцій взяти їх фіксовану множину  $\{\psi_1(x_1, x_2), \psi_7(x_1, x_2), \psi_2(x_1, x_2)\}$ , тобто функції "І", "АБО", "НІ", то функцію штрих Шеффера можна задати формулами:

$$\overline{x_1 \vee x_2} \text{ і } \overline{x_1 x_2}, \quad (2)$$

а функцію стрілка Пірса – формулами:

$$\overline{x_1 x_2} \text{ і } \overline{x_1 \vee x_2}. \quad (3)$$

Формули, що представляють одну й ту ж логічну функцію, називають еквівалентними або рівносильними:

$$\psi_{14}(x_1, x_2) = \overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1 x_2}. \quad (4)$$

Для того, щоб встановити еквівалентність (рівносильність) формул логічних функцій, то необхідно за кожною формулою відновити таблицю логічної функції. Якщо отримані таблиці логічної функції однакові, то формули є рівносильними.

### Список використаних джерел

1. Зубенко В.В., Шкільняк С.С. Основи математичної логіка: навчальний посібник. К.: НУБіП України, 2020. 102 с.
2. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В. Методологічне обґрунтування дослідження та розв'язання проблеми надійності функціонування транспортних систем. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, №10. ХНТУСГ, 2017. С. 29-36.
3. Аулін В.В., Голуб Д.В. Реалізація фізико-інформаційного підходу дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортних систем // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – Харків: ХНАДУ, 2018. - Вып. 81. – С. 3-10.
4. Шкільняк С.С. Математична логіка. Основи теорії алгоритмів: навч. посіб. К.: ДП «Вид. дім «Персонал», 2009. 280 с.
5. Роїк О.М., Тадевосян Р.Г. Основи дискретної математики. Частина 2. Елементи загальної алгебри, булеві функції, теорія графів і комбінаторика: навчальний посібник. Вінниця: ВДТУ, 2003. 116 с.
6. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В. та ін. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. 370 с.
7. Булатецький В. В., Булатецька Л. В., Собчук О. М. Алгебра логіки та проектування основних операційних вузлів: навч. посіб. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. 150 с.
8. Locks M.O. Minimization of Boolean Polynomials, Truth Functions, and Lattices. Notre Dame Journal of Formal Logic, Volume XIX, Number 2, April 1978. P. 264-270.
9. Mubayi D., Turan G., Zhao Yi. The DNF Exception Problem, Report 2003. P. 1-16.
10. Anrig B., Beichelt F. Disjoint Sum Forms in Reliability Theory, ORiON, Vol. 16, No. 1, 2001. P. 75-86.



**Голуб Дмитро Вадимович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, [Dimchik529@gmail.com](mailto:Dimchik529@gmail.com)

**Аулін Віктор Васильович** – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, [AulinVV@gmail.com](mailto:AulinVV@gmail.com)

**Замуренко Артем Сергійович** – аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, [Dimchik529@gmail.com](mailto:Dimchik529@gmail.com)

**Golub Dmitry** – Ph.D. Assoc. Prof, Associate Professor, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, [Dimchik529@gmail.com](mailto:Dimchik529@gmail.com)

**Aulin Viktor** – Dr. Prof., Professor, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, [Dimchik529@gmail.com](mailto:Dimchik529@gmail.com)

**Zamurenko Artem** – getter Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, [Dimchik529@gmail.com](mailto:Dimchik529@gmail.com)

УДК 629.113; 681.518

Гуменюк О. В.; Мельник В. В.; Котов Д. О.; Клименко В. В., к.т.н., с.н.с.

## ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ АВТОНОМНОГО РЕЖИМУ РУХУ АВТОМОБІЛЯ

*Розглянуті питання стану автоматизації процесів управління автомобілем в пілотному та безпілотному режимах його експлуатації. Обґрунтовано необхідність врахування впливу дестабілізуючих факторів, як джерел апріорної невизначеності в інформаційному сенсі на етапі синтезу бортових інформаційно-керованих систем з різносенсорними інформаційними каналами.*

*The issues of the state of automation of car control processes in the piloted and unmanned modes of its operation are considered. The need to take into account the influence of destabilizing factors as sources of a priori uncertainty in the information sense at the stage of synthesis of on-board information-controlled systems with multi-sensory channels of information interaction is substantiated.*

**Вступ.** На сучасному етапі свого розвитку автомобільна промисловість до цих пір потребує надійної технології розпізнавання об'єктів навколишнього середовища в системі «автомобіль-водій-середовище експлуатації з об'єктами», яка буде працювати в любых умовах – ніч, дощ, сніг, ожеледиця і т.п. [1] При цьому інноваційних технічних рішень на ринку програмного та апаратного забезпечення чи методів штучного інтелекту для вирішення проблеми якісної взаємодії в системі «автомобіль-водій-середовище експлуатації з об'єктами», є достатньо. Але існуючі підходи за даними трьома напрямками вирішують дану проблематику лише частково, тобто з недостатньою, в сенсі заданих критеріїв безпеки керування, якістю [2]. Забезпечення необхідного рівня безпеки в керуванні транспортним засобом в системі «автомобіль-водій-середовище експлуатації з об'єктами» досягається рівнем підготовки водія та рівнем автоматизації транспортного засобу з врахуванням умов середовища експлуатації та об'єктів середовища. При цьому режим експлуатації транспортного засобу вважається класичним, тобто пілотним. Під заданим рівнем якості інформаційної взаємодії в системі автомобіль-водій-середовище експлуатації з об'єктами між автомобілем та навколишнім середовищем в загальному сенсі розуміється спроможність транспортного засобу здійснювати автономних рух [3].

**Результати дослідження.** На сьогодні дана проблематика вирішується шляхом автоматизації транспортного засобу у відповідності з рівнями автоматизації згідно до стандарту спільноти автомобільних інженерів (Society of Automotive Engineers, SAE) J3016 2018 та пропозицій Національного управління безпеки дорожнього руху США (NHTSA). Згідно даного стандарту напрямки автоматизації передбачають розробку та впровадження розрізнених за своїм функціональним призначенням систем. Систем підтримки прийняття рішень водієм – системи ADAS; окремих підсистем автоматизації деяких функцій водія (круїз-контроль); моніторингу стану систем та механізмів транспортного засобу; систем визначення (розпізнавання) об'єктів навколишнього середовища (дорожня розмітка, учасники дорожнього руху і т.п.), позиціонування автомобіля та інших транспортних засобів на проїзній частині. При цьому ефективність даних систем автоматизації напряму залежить від їх програмної та апаратної реалізації в сенсі можливості закладених в них алгоритмів враховувати вплив дестабілізуючих факторів породжених середовищем експлуатації автомобіля, обчислювальними можливостями їх апаратної реалізації та технологічними можливостями сенсорної складової таких підсистем. Впровадженням алгоритмів штучного інтелекту та їх інтеграцією в єдину інформаційно-керовану систему автомобіля у відповідності з заданим рівнем автоматизації, роботизації чи автономності транспортного засобу.

Отже, процеси автоматизації сучасних автомобілів базуються на синтезі систем управління, які в своїй основі характеризуються різносенсорністю структури (багато-канальністю), параметричною різноманітністю та апіорною невизначеністю інформації, породженою наявністю дестабілізуючих впливів. У свою чергу наявність дестабілізуючих впливів призводить до отримання нестійкого управлінського рішення в сенсі інформаційної взаємодії в багатоканальних, різносенсорних інформаційно-керуючих систем автомобільної техніки. А сам процес інформаційної взаємодії характеризується невизначеністю та конфліктністю, в інформаційному сенсі.

Отже, невизначеність апіорної інформації є ключовою проблемою оптимального управління автомобілем в безпілотному режимі руху. Засобом подолання її виступає поточна інформація, що отримується під час спостереження. Поточні відомості безпосередньо накопичують початкові відомості, а опосередковано знижують розмірності ситуаційної невизначеності. Поповнення апіорної інформації шляхом активного використання поточної інформації можливо на основі застосування адаптивного підходу.

Таким чином, актуальність проблеми якісного функціонування інформаційно-керуючої системи автомобіля в умовах, що характеризуються невизначеністю та конфліктністю, в інформаційному сенсі полягає в отримання регулярно стійкого вирішення інформаційних завдань в такій системі на основі застосування адаптивного підходу. При цьому вимога до стійкості рішення максимізується з підвищенням рівня автоматизації та набирає свого максимуму при синтезі інформаційно-керуючих систем наземних транспортних засобів призначених для автономного руху.

#### Список використаних джерел

1. Скачков. В.В. Энтропийный подход к исследованию информационных возможностей адаптивной радиотехнической системы при внутрисистемной неопределенности / В.В. Скачков, В.В. Чепкий, Г.Д. Братченко, А.Н. Єфимчиков// Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2015. Т58.№6. – С. 3-12.
2. Визначення та дослідження основних напрямків забезпечення ефективності функціонування інформаційно-керуючих каналів тилового наземного роботизованого комплексу в умовах дестабілізуючих впливів: звіт про НДР (проміжний звіт) Шифр “Бар’єр”/Військова академія; кер. В.Скачков; викон.: В.Чепкій [та ін.]. Одеса, 2017. 134 с.: іл.. Інв. № 0101U002533.
3. Чепкій В.В. Концептуалізація предметної області моделі інтегральної конфігурації «наземний робототехнічний комплекс – надсистема – проблемне середовище експлуатації»./ В.В. Чепкій В.В., Скачков, О.М. Єфимчиков, О.Д. Єльчанінов. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса) №2(10), 2018. – С. 5-17.

**Гуменюк Олексій Вікторович** – начальник факультету, факультет забезпечення експлуатації військової техніки, Військова академія (м. Одеса), e-mail: avg44442@gmail.com

**Мельник Володимир Володимирович** – начальник кафедри ремонту та експлуатації автомобільної та спеціальної техніки, Військова академія (м. Одеса), e-mail: mvv.1947j@gmail.com

**Котов Денис Олександрович** – ад’юнкт, Військова академія (м. Одеса), e-mail: zvyagel.zt@ukr.net

**Клименко Віктор Володимирович** – к.т.н., с.н.с., доцент кафедри автомобільної техніки, Військова академія (м. Одеса), e-mail: viktorklymenko1971@gmail.com

**Humenyuk Oleksiy** - head of the Faculty of military equipment maintenance, Military Academy (Odesa), avg44442@gmail.com

**Melnyk Volodymyr** - head of the Department of Repair and Operation of Automotive and Special Equipment, Military Academy (Odesa), e-mail: mvv.1947j@gmail.com

**Kotov Denys** - adjunct, Military Academy (Odesa), e-mail: zvyagel.zt@ukr.net

**Klymenko Viktor** - Ph.D., Senior Researcher, Associate Professor of the Department of Automotive Engineering, Military Academy (Odesa), e-mail: viktorklymenko1971@gmail.com

УДК 656.073.51

Демченко В. А.; Лужанська Н. О., к.т.н., доц.

## АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТІВ МИТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗА РЕГІОНАМИ УКРАЇНИ

*Проведено аналіз діяльності митних складів та складів тимчасового зберігання в Україні. Досліджено чинники впливу на формування попиту на митно-логістичні послуги об'єктів інфраструктури. Обґрунтовано доцільність залучення послуг митних складів та складів тимчасового зберігання при виконанні зовнішньоторговельних операцій.*

*An analysis of the activities of customs warehouses and temporary storage warehouses in Ukraine was carried out. Factors affecting the formation of demand for customs and logistics services of infrastructure facilities were studied. The expediency of involving the services of customs warehouses and temporary storage warehouses in foreign trade transactions is substantiated.*

**Вступ.** Відповідно до митного законодавства України товари до випуску їх у вільний обіг чи заяви у відповідний митний режим можуть зберігатися під митним контролем на складах тимчасового зберігання чи митних складах. Склади тимчасового зберігання та митні склади можуть бути як закритого так і відкритого типу. Перші призначені виключно для зберігання товарів, які належать власнику такого складу, на складах тимчасового зберігання чи митних складах відкритого типу можуть розміщуватися товари, що належать іншим суб'єктам зовнішньоекономічної діяльності України [1].

**Результати дослідження.** Провівши аналіз діяльності підприємств за регіонами України, яким надано дозвіл на відкриття та експлуатацію митного складу чи складу тимчасового зберігання, можна дійти висновку, що в більшості це підприємства, які займаються торгівлею [2]. Серед переваг розміщення товарів на складі тимчасового зберігання необхідно відзначити можливість їх зберігання до трьох місяців без застосування до них заходів тарифного та нетарифного регулювання. Товари, розміщені на митному складі, можуть зберігатися там до трьох років, крім того, з дозволу митних органів та під їх контролем, може проводитися передпродажна підготовка товарів (поділ, маркування, пакування, сортування, завантаження і т.д.) [3].

В Україні, як і у світі, митні склади та склади тимчасового зберігання покликані сприяти розвитку зовнішньоекономічної діяльності, створювати умови для підготовки імпортованих товарів до їх використання на території держави. Кінцева мета передачі товарів власнику митного складу на зберігання – зниження витрат, пов'язаних із переміщенням товарів через митний кордон даної держави. Дійсно, через різні обставини при ввезенні товарів в Україну в імпортера може виникнути необхідність переміщення товарів на зберігання під митним контролем на певний час – до моменту створення умов, які забезпечують можливість подальшого митного оформлення товарів у тому чи іншому митному режимі. З певних причин переміщення товарів на склади тимчасового зберігання (альтернатива митним складам) може виявитися не вигідним, а в багатьох випадках і марним для підприємства-імпортера, незважаючи на те, що таке розміщення проводиться без декларування [4].

Сьогодні існує безліч підстав для застосування митного режиму митного складу у процесі реалізації різних зовнішньоекономічних операцій. Наприклад, це відсутність потрібної суми грошей у підприємства для сплати у повному обсязі податків і зборів за ввезені в Україну товари і, як наслідок – необхідність розподілу партії товарів, яка знаходиться під митним контролем, що передбачає початкове її переміщення на митний склад; відсутність необхідних дозвільних документів, що підтверджують додержання підприємством

установлених національним законодавством заходів нетарифного регулювання при імпорті товарів [5].

До послуг митного складу підприємства можуть також звертатися при необхідності проведення передпродажної підготовки (сортування, перепакування, поліпшення упаковки або товарних якостей) ввезеного товару, не змінюючи його основних характеристик. Ще один приклад звернення до митного складу – переміщення товарів на склади у процесі реалізації консигнаційних угод: товари продовжують перебувати під митним контролем, а переміщення їх під режим митного складу дає можливість формування імпортової партії товарів. Отже, режим «митний склад» дуже зручний і його можна застосовувати при поставках за договорами консигнації, коли при ввезенні товару кінцевий покупець ще невідомий; або з метою накопичення товарів, формування партій товару та відправлень, виконання інших операцій.

Митні склади та склади тимчасового зберігання є важливою частиною митної інфраструктури кожної країни. Вони забезпечують зберігання та оформлення товарів, які перетинають митний кордон, а також контроль за їх рухом. Оскільки торгівля є однією з основних галузей економіки України, то ефективна діяльність митних складів та складів тимчасового зберігання є важливою для економічного розвитку регіонів України [6].

Щоб забезпечити ефективну діяльність митних складів та складів тимчасового зберігання, необхідно дотримуватись певних принципів. Перш за все, розглянуті склади повинні мати високу якість обладнання та інфраструктури, щоб забезпечити безпечно та надійне зберігання товарів. Крім того, необхідно забезпечити кваліфікований персонал, який зможе виконувати різні митні процедури та контролювати рух товарів. Також важливо забезпечити ефективний облік та контроль за рухом товарів на складах. Для цього власники об'єктів інфраструктури можуть використовувати спеціальні програмні продукти, які дозволяють контролювати всі процеси зберігання та переміщення товарів на складі.

#### Список використаних джерел

1. Luzhanska N., Kotsiuk O., Lebid I., Kravchenya I., Demchenko Ye. The influence of customs and logistics service efficiency on cargo delivery time. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 3 (80). P. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.80.14277>
2. Інфраструктурне забезпечення розвитку транспортної системи регіону: монографія / Заблодська І. В. та ін. Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2016. 193 с.
3. Васильєв О.В. Методологія і практика інфраструктурного забезпечення функціонування і розвитку регіонів України: монографія. Харків: ХНАМГ, 2007. 341 с.
4. Державна митна служба України. URL: <https://customs.gov.ua/>.
5. Кузьменко А.В. Аналіз оцінки рівня наявних об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури підприємства. *Економіка і суспільство*. Мукачево, 2017. Вип. 9. С. 484–490.
6. Методологія формування транспортно-митної інфраструктури в Україні: монографія / Пасічник А. М., Сохацький А. В., Кузьменко А. І., Халіпова Н. В. Дніпропетровськ : УМСФ, 2016. 168 с.

**Демченко Василь Андрійович** – студент групи МС-1м, факультету транспортних та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, e-mail: [diksi.vsd@gmail.com](mailto:diksi.vsd@gmail.com).

**Лужанська Наталія Олександрівна** – к.т.н., доцент, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: [Natali.Luzhanska@gmail.com](mailto:Natali.Luzhanska@gmail.com).

**Demchenko Vasyl** – student of MC-1m group, Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, e-mail: [diksi.vsd@gmail.com](mailto:diksi.vsd@gmail.com).

**Luzhanska Nataliia** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of International Transportation and Customs Control, National Transport University, e-mail: [Natali.Luzhanska@gmail.com](mailto:Natali.Luzhanska@gmail.com).

УДК 656.1

Демчук І. М.; Котенко В. І., д.ф.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

*Розглянуто сучасний стан та проблеми транспортно-експедиційної діяльності українських підприємств у міжнародному сполученні, а також сформульовано пріоритетні напрями для удосконалення їхньої роботи.*

*The current state and problems of the transport and forwarding activities of Ukrainian enterprises in international communication are considered, and priority directions for improving their work are formulated.*

**Вступ.** Із появою нових систем управління логістичними процесами виникає потреба пошуку напрямів для постійного підвищення конкурентоспроможності підприємства, зокрема, за рахунок удосконалення транспортно-експедиційної діяльності. Цю ситуацію спостерігаємо не тільки у сфері внутрішніх вантажних перевезень України, а і на ринку міжнародних перевезень. Рівень конкурентоспроможності вітчизняних підприємств експерти оцінюють як задовільний [1]. Поряд з цим український ринок міжнародних вантажних перевезень структурно стає ближчим до європейського: зростає частка автомобільних перевезень, а залізничних – знижується [2]. Саме тому формування пріоритетних напрямів удосконалення транспортно-експедиційної діяльності у міжнародному сполученні є актуальним.

**Результати дослідження.** Транспортно-експедиційна діяльність у міжнародному сполученні безпосередньо пов'язана з організацією та забезпеченням перевезень експортного, імпортного та транзитного вантажу за договором транспортної експедиції [3]. Аналіз даних статистичної звітності [4] дозволив встановити, що частка експортно-імпортних транспортно-експедиційних послуг за 2021-2022 рр. коливається у межах 5,5...7,1% впродовж останніх двох років, що є достатньо суттєвим показником. Також значними є зміни у структурі транспортних послуг зовнішньоекономічної діяльності України (Рисунок 1), лише послуги автомобільного транспорту не зазнали змін, в той час як перевезення іншими видами транспортом скоротилось, зокрема залізничним – у 2,5 рази. Крім того на даний час діє Угода про вантажні перевезення автомобільним транспортом між Україною та Європейський Союзом, підписана 29 червня 2022, що надає можливість уникнути зупинки експорту української продукції через автомобільні пункти пропуску [5]. Зазначені передумови сприяють пошуку напрямів підвищення ефективності транспортно-експедиційних послуг при перевезенні вантажу автомобільним транспортом.

Аналіз результатів оцінки ринку України міжнародних вантажних автомобільних перевезень [6] дозволив виявити існуючі проблеми:

- відсутня об'єктивна оцінки стану та перспектив розвитку галузі через неефективні системи збору та обробку статистичних і адміністративних даних;
- неналагоджена система комунікацій та зворотного зв'язку між органами управління транспортом, транспортними підприємствами та користувачами транспортних послуг, що негативно впливає на ефективність управління транспортом та якість транспортно-логістичних послуг;
- відсутнє довгострокове планування діяльності для всіх видів транспорту;
- відсутня система критеріїв та показників оцінки якості надання транспортних послуг;
- низький рівень розвитку інтермодальних, мультимодальних перевезень, транспортної логістики;

• застарілий рухомий склад та низький рівень впровадження сучасних технологічних рішень на підприємствах.

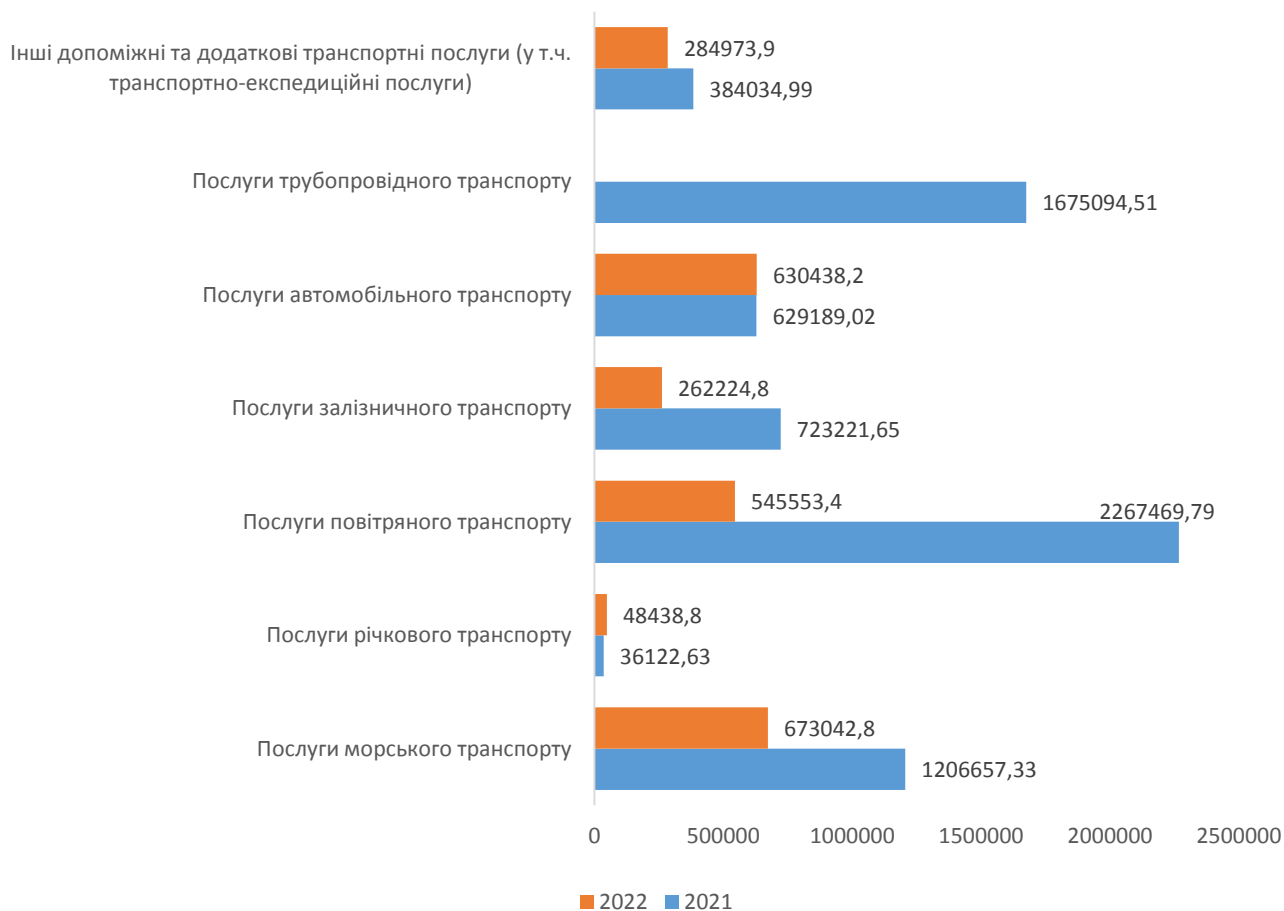


Рисунок 1 – Структура експортно-імпортних транспортних послуг України за 2021-2022 рр., тис. дол. США [4]

На основі аналізу стану та проблем ринку міжнародних вантажних автомобільних перевезень було сформульовано такі ключові напрями удосконалення організації транспортно-експедиційної діяльності:

1. Оптимізація транспортної логістики: пошук оптимальних маршрутів, розподіл транспортних засобів залежно від умов договору або заявки та формування розкладів перевезення сприяє зниженню витрат палива [7], зменшенню витрат на утримання транспортних засобів та інші видатки, а також підвищує ефективність роботи та знижує вартість послуг.

2. Використання сучасних технологій: запровадження автоматизованих систем управління транспортними перевезеннями на підприємстві, включаючи системи моніторингу та GPS-трекерів [8]; програмних засобів для планування маршрутів та відстеження вантажу. Моніторинг вантажів та транспортних засобів дозволяє в реальному часі контролювати виконання умов договорів, зменшити час доставки та збільшити точність прогнозування часу прибуття транспортних засобів, що дозволяє розширити географічну зону діяльності підприємства, покращити швидкість оброблення вхідної інформації, а також оптимізувати існуючі потоки вантажів, а отже, й знизити витрати всіх учасників логістичної системи [9].

3. Забезпечення безпеки перевезень: введення додаткових заходів безпеки під час доставки, зокрема, застосування технологій для фіксації відхилень від маршруту, контролю швидкості та контролю за водіями тощо.

4. Створення ефективної системи контролю за показниками якості транспортних послуг. Наявність даної системи дозволяє не лише забезпечити виконання умов договорів з клієнтами, а й знизити ризики та підвищити ступінь задоволення потреб клієнтів [10].

Таким чином, запропоновані напрями удосконалення міжнародної транспортно-експедиційної роботи підприємства можуть бути рекомендовані з метою підвищення його конкурентоспроможності. При цьому конкретні заходи необхідно адаптувати до специфіки вантажу та умов доставки, що, в свою чергу, потребує більш детального дослідження.

#### Список використаних джерел

1. Ринок міжнародних вантажних автомобільних перевезень <https://regulation.gov.ua/dialogue/infrastruktura/66-rinok-miznarodnih-vantaznih-avtomobilnih-perevezen> (дата звернення 06.04.2023.)
2. Ринок вантажних перевезень у 2022 році URL: <https://trademaster.ua/articles/313620> (дата звернення 07.04.2023.)
3. Закон України «Про транспортно-експедиторську діяльність» від 01.07.2004 № 1955-IV <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1955-15> (дата звернення 05.04.2023.)
4. Державна служба статистики України. Структура зовнішньої торгівлі послугами за видами. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 05.04.2023.)
5. Угода між Україною та Європейським Союзом про вантажні перевезення автомобільним транспортом від 29.06.2022. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MU22024> (дата звернення 08.04.2023.)
6. Зелена книга «Ринок міжнародних вантажних автомобільних перевезень» <https://regulation.gov.ua/book/156-zelena-kniga-rinok-miznarodnih-vantaznih-avtomobilnih-perevezen> (дата звернення 06.04.2023.)
7. Котенко В. Алгоритмічні моделі машинного навчання для прогнозування витрат пального транспортними засобами під час доставки зернових культур». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, Вип. 6 (37), ч. 1, С.173-182, 2022. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6\(37\).1.173-182](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6(37).1.173-182).
8. Дубицький, О.С., Дембіцький, В.М., Павлова, І.О. і Мазилук, П.В. Підвищення ефективності діяльності транспортно-експедиційної компанії. Вісник машинобудування та транспорту. 11, 1 (Лип 2020), 62–70. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-62-70>.
9. Сторчак К. В., Кузнєцова К. О. Специфіка організації міжнародної транспортно-експедиторської діяльності. Актуальні проблеми економіки і управління: Зб. наук. праць. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського – Вип. 15.2021. URL: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/219876> (дата звернення 05.04.2023.)
10. Нагорний Є.В. Транспортно-експедиторська діяльність: підручник. Х.: ХНАДУ, 2012. 352 с.

**Демчук Іван Михайлович** – студент групи ТТмз-11, факультет транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет.

**Котенко Вікторія Ігорівна** – д-р філософії з транспортних технологій на автомобільному транспорті, асистент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: [viktoriia.kotenko@lutsk-ntu.com.ua](mailto:viktoriia.kotenko@lutsk-ntu.com.ua).

**Demchuk Ivan** – student of group ТТmz-11, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University.

**Kotenko Viktoriia** – PhD in Transport Technology by Automobile Transport, Assistant of the Automobiles and Transport Technology Department, Lutsk National Technical University, e-mail: [viktoriia.kotenko@lutsk-ntu.com.ua](mailto:viktoriia.kotenko@lutsk-ntu.com.ua).



УДК 656.029

Дорошук В. О.; Юзюк В. С.; Коваль А. В.

## ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

*Основною складовою транспортного бізнесу в світі є безпека перевезення вантажів, особливо небезпечних, оскільки неправильна організація даного процесу може призвести до значних людських і матеріальних втрат, а також завдати шкоди навколишньому середовищу.*

*The main component of the transport business in the world is the safety of the transportation of goods, especially dangerous goods, because improper organization of this process can lead to significant human and material losses, as well as cause damage to the environment.*

Разом з удосконаленням усіх складових технології перевізного процесу основним завданням фахівців транспортної галузі є запобігання аваріям при виконанні операцій з небезпечними вантажами та забезпечення безпеки руху транспортних засобів при їх транспортуванні.

Збільшення номенклатури небезпечних вантажів та обсягів їх перевезення різними видами транспорту впливає на поступове зростання кількості аварій, які виникають під час їх транспортування, навантаження, розвантаження та зберігання. Дорожньо-транспортні пригоди за участю транспортних засобів, які перевозять небезпечні вантажі, становлять більшу небезпеку для навколишнього середовища і людей, ніж звичайні, оскільки, в залежності від властивостей та ступеня небезпеки, вони можуть призвести до виникнення пожежі, вибуху, отруєння, завдати шкоду здоров'ю та життю людей.

Виникнення аварій при перевезенні небезпечних вантажів різними видами транспорту, часто з дуже важкими наслідками, спонукали міжнародне співтовариство і національні органи влади в окремих державах розробити нормативно-правові акти, що регламентують перевезення таких вантажів. Перевезення небезпечних вантажів з мінімальним ризиком можливе лише за умови дотримання встановлених вимог. Вимоги до забезпечення безпеки при перевезенні небезпечних вантажів застосовуються з метою зведення до мінімуму розкрадань або неналежного застосування небезпечних вантажів, внаслідок чого може виникнути загроза здоров'ю і життю людей, майну або навколишньому середовищу [1].

Понад 73 % аварій з небезпечними вантажами припадає на автомобільні перевезення [2].

Проаналізувавши дорожньо-транспортні пригоди, внаслідок яких загинули або отримали поранення люди, в більшості випадків їх причиною стало порушення водієм правил перевезення небезпечних вантажів, а також несправність транспортних засобів.

Небезпечні вантажі транспортуються в цистернах, які відповідають вимогам додатку 1 до Технічного регламенту рухомого обладнання, що працює під тиском. Але за результатами проведеної у 2021 році перевірки було виявлено продукцію одного з виробників, яка не має сертифікатів відповідності та не відповідає вимогам Технічного регламенту. Тому до повного усунення всіх порушень і конструктивних недоліків та проходження процедури оцінки відповідності Технічному регламенту даному підприємству заборонено випуск цистерн для перевезення небезпечних вантажів.

Для запобігання можливої шкоди від перевезення небезпечних вантажів необхідно вирішити практичні завдання щодо:

- аналізу факторів, що впливають на безпеку перевезень, а саме на ймовірність встановлення факту виникнення надзвичайних ситуацій;
- організації процесу перевезень (навчання обслуговуючого персоналу, технічне

оснащення перевезень, безпека руху);

- регулювання та регламентації перевезень (єдині норми, правила, стандарти перевезень);
- управління перевізним процесом (маршрутизація перевезень, вибір рухомого складу, забезпечення інформації про безпеку);
- ліквідації наслідків аварій (гасіння пожеж, дезактивація, дегазація, дезінфекція, перша медична допомога, евакуація населення).

Автотранспортні підприємства, які виконують перевезення небезпечних речовин, повинні мати ліцензію на здійснення комерційної діяльності в даній галузі, а їх співробітники мають дотримуватися міжнародних регламентів та нормативно-правових актів щодо отримання дозвільних документів на транспортування, порядку підготовки та маркування небезпечних матеріалів, навчання та професійної перепідготовки водіїв та експедиторів, технічних характеристик та оснащення додатковим обладнанням транспортних засобів.

Відправник має забезпечити захист та охорону небезпечних речовин до передачі їх транспортній компанії у відповідній не пошкодженій промаркованій тарі згідно міжнародного та вітчизняного законодавства та надати аварійну картку.

При організації перевезення небезпечних вантажів обов'язковою умовою є страхування відповідальності, коли внаслідок транспортно-технологічного процесу настають негативні наслідки для людей чи навколишнього середовища.

З метою запобігання негативним наслідкам, які можуть виникнути під час перевезення даних видів вантажів, на міжнародному і національному рівнях прийнято відповідні нормативні документи, які визначають рівень безпеки, класифікацію та відповідні вимоги щодо поводження з ними. Однак реалії сьогодення зумовлюють необхідність вдосконалення правил перевезення небезпечних вантажів і відповідних класифікацій. Підвищення безпеки перевезень небезпечних вантажів відповідно до сучасних вимог можливе за умови вдосконалення усіх факторів перевізного процесу: кадрового, організаційного, технологічного, технічного, інформаційного, екологічного, економічного тощо.

### Список використаних джерел

1. Перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом: підручник / М. І. Данько, С. В. Панченко, А. О. Каграманян та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 428 с.
2. Коваленко Ю. Моделювання ризиків при перевезенні небезпечних вантажів // Вісник Київського національного торговельно-економічного університету. – 2011. – № 5. – С. 82-97.

**Дорошук Вікторія Олександрівна** – старший викладач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування e-mail: [v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua](mailto:v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua).

**Юзюк Вадим Сергійович** – студент спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [yuziuk\\_m21@nuwm.edu.ua](mailto:yuziuk_m21@nuwm.edu.ua).

**Коваль Анатолій Віталійович** – студент спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [koval\\_m16@nuwm.edu.ua](mailto:koval_m16@nuwm.edu.ua).

**Doroshchuk Viktoriia** – senior lecturer of the Department of Transport Technology and Technical Service National university of water and environmental engineering e-mail: [v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua](mailto:v.o.doroshchuk@nuwm.edu.ua).

**Yuziuk Vadym** – student of the specialty 275 "Transport technologies (on road transport)", National university of water and environmental engineering, e-mail: [yuziuk\\_m21@nuwm.edu.ua](mailto:yuziuk_m21@nuwm.edu.ua).

**Koval Anatoliy** – student of the specialty 275 "Transport technologies (on road transport)", National university of water and environmental engineering, e-mail: [koval\\_m16@nuwm.edu.ua](mailto:koval_m16@nuwm.edu.ua).

УДК 65.011.4

Дудар І. Н., д.т.н., проф.; Галіброда В. В.; Мацитура В. Д.

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ МІСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ

*Досліджено проблему паркувань у містах. Визначено причини та наслідки даної проблеми. А також перераховано складові проблеми паркувальних схем сучасних українських міст. Запропоновано шляхи вирішення проблеми паркувань у містах.*

*The problem of parking in cities has been studied. The causes and consequences of this problem are determined. And also the component problems of parking schemes of modern Ukrainian cities are listed. Ways to solve the problem of parking in cities are proposed.*

Несанкціоноване зберігання автотранспорту в місті є наслідком збільшення рівня автомобілізації та ущільнення міської забудови. Воно призводить до зниження рівня обслуговування системи парковок міста, якості міського середовища, а саме дегуманізації міського середовища, екологічної кризи міського середовища. Такі елементи міського середовища, як автотранспорт, місця його зберігання та комунікації, утворюють стабільно агресивну систему впливу на міське середовище. Тому виникає потреба пошуку ресурсів та інструментів здатних знизити гостроту негативного впливу цієї системи [1, 2].

Переважає більшість наукових досліджень в цій галузі присвячена вивченню кореспонденцій населення міста, аналіз планувальних особливостей вулично-дорожньої мережі, транспортних систем міста, але при цьому недостатньо уваги приділяється створенню об'єктів транспортної інфраструктури, що забезпечують обслуговування транспортних засобів (парковок)[1, 3].

Система парковок має безпосередній вплив на соціалізацію, пересування, мікроклімат, комфорт і функції, які забезпечують життєдіяльність його мешканців відповідно до їхніх потреб у розвагах, розвитку, самовираженні, відпочинку, спілкуванні, а також на покращення екологічних, естетичних характеристик міського середовища і комфортність обслуговування населення з транспортними засобами [1, 4].

Якщо розглядати рівень автомобілізації сьогодні через призму містобудівних процесів, то швидкість його росту значно випереджає швидкість розвитку вулично-дорожньої мережі міста. Така ситуація вимагає створення та розвинення організованої мережі парковок.

Переважає частина забудови міст України здійснювалася в радянському періоді, для якого притаманна мінімалістична інфраструктура забудови житлових районів. А місткість наявних парковок відповідала тогочасному рівню автомобілізації, який значно менший за рівень автомобілізації сьогодні.

Проблема обмеженої кількості машино-місць на поза вуличних парковках призводить до використання проїжджої частини ВДМ міста для паркування автомобілів, як єдиного можливого місця для здійснення парковки.

Аналізуючи транспорту ситуацію в містах України, приходимо до висновку, що організація таких парковок може бути стихійною або організованою. Проте, і перший і другий варіант негативно впливає на рух автотранспортних засобів по ВДМ. Якщо ситуація з першим варіантом зрозуміла, то ситуація з організованими парковками потребує врегулювання з боку методологічної та нормативно-законодавчої бази. Це стосується критеріїв розміщення парковок, оцінки впливу маневрів перестроювання при виїзді з парковок, оптимізація розмірів машино-місць, в зв'язку зі зміною габаритів сучасних автомобілів [2].

Аналіз існуючих систем парковок в українських містах показав такі тенденції її розвитку:  
- недостатня кількість машино-місць;

- низький рівень культури паркування;
- недосконалість системи штрафів;
- низький рівень облаштування автоматизованим інженерно-технічним обладнанням системи парковок;
- малоефективне інформаційне та технічне забезпечення системи парковок;
- невідповідність системи парковок містобудівним умовам;
- низька якість послуг [4].

Результати аналізу підтверджують не відповідність системи паркування європейським стандартам.

Для усунення усіх недоліків та підвищення якості функціонування транспортної інфраструктури міста на європейському рівні слід розробити чітку стратегію розвитку. Система паркування є найпроблемнішим сегментом транспортної інфраструктури, тому її вдосконалення матиме вагомий вплив на функціонування усієї транспортної інфраструктури [1, 2].

Отже, вдосконалення системи парковок міста слід здійснювати у таких напрямках: підвищення рівня дотримання правил паркування та оплати послуг, розробка стратегії надання послуг паркування в межах міста, розробка об'ємно-планувальних рішень парковок для різних функціональних зон міста.

#### Список використаних джерел

1. Поліщук О.М. Організація системи паркування як основний напрямок вдосконалення транспортної інфраструктури / Формування ринкових відносин в Україні. №10 (175). 2015. с. 105 – 109.
2. Чому в українських містах важко припаркувати автомобіль: досвід Києва URL: <https://rubryka.com/article/parking-auto-kyiv/>
3. Куцевич В. В., Кисіль С. С., Білик А. С. Принципи архітектурно-планувальної організації багатоповерхових автостоянок: монографія. Київ: КНУТД, УЦСБ, КНУБА, 2019. 184 с.
4. Проблема з паркуванням у Києві. Як вирішують це питання в Європі URL: <https://www.rbc.ua/ukr/styler/problema-parkovkoy-kieve-reshayut-etot-vopros-1635001140.html>

**Дудар Ігор Никифорович** – д.т.н., професор, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [dudar@vntu.edu.ua](mailto:dudar@vntu.edu.ua)

**Галіброда Вікторія Василівна** – асистент, асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [vvgalibroda@vntu.edu.ua](mailto:vvgalibroda@vntu.edu.ua)

**Маціпура В'ячеслав Дмитрович** – студент, студент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

**Ihor Dudar** - Ph.D., professor, professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [dudar@vntu.edu.ua](mailto:dudar@vntu.edu.ua)

**Galibroda Victoria** - assistant, assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [vvgalibroda@vntu.edu.ua](mailto:vvgalibroda@vntu.edu.ua)

**Matsypura Vyacheslav** – student, student of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University

УДК 629.017

Дудукалов Ю. В., к.т.н., доц.; Воронков С. В.

## ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ЗАСОБІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МАШИНОРЕМОНТНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

*Розглянуті питання підвищення технологічних можливостей машиноремонтних виробничих систем для забезпечення умов ефективного формування модернізаційного ресурсу автотранспортних засобів.*

*Considered issues of increasing the technological capabilities of modern machine repair production and transport systems to ensure the conditions for the effective formation of the modernization resource of motor vehicles.*

**Вступ.** Підвищення рівня конкурентоспроможності автотранспортного комплексу досягається за рахунок розвитку засобів автомобільного транспорту (ЗАТ), вдосконалення транспортної інфраструктури для забезпечення ефективної експлуатації [1]. Технічні системи автотранспортного комплексу є основою організації та функціонування виробничих сил в багатьох галузях виробництва. Тому забезпечення високої ефективності та якості роботи цих систем залишається важливою функцією їх розробників і фахівців по експлуатації [2, 3].

Оцінка модернізаційного ресурсу автотранспортних засобів виконується на основі системних структурно-функціональних моделей [4] і забезпечує обґрунтоване формування задач конструкторсько-технологічного інжинірингу для ремонту і модернізації технічних систем ЗАТ [4, 5].

Для розширення технологічних можливостей машиноремонтних виробничих систем потрібно забезпечити зростання їх технічного рівня, щоб реалізувати сучасні технології модернізації та ремонту [6, 7], особливо це стосується військової техніки.

**Результати дослідження.** На наш погляд, модернізаційний ресурс ЗАТ визначається можливостями їх вдосконалення, потенційним запасом конструкторських і технологічних заходів по підвищенню технічного рівня об'єкту модернізації в нових умовах, що створюються науково-технічним прогресом. На сьогодні виділяються дві основні проблеми, що стоять на шляху підвищення модернізаційного ресурсу і ефективності машиноремонтного виробництва.

По-перше, зростає складність і наукомісткість конструкцій ЗАТ, представництво країн і фірм виготовлення, різномарочність і кількість модифікацій. При цьому відсутня в достатньому об'ємі необхідна конструкторська, технологічна та експлуатаційна документація для формування єдиного інформаційного середовища.

По-друге, збільшується рівень організаційно-технічного забезпечення технологій виготовлення і відновлення деталей, впроваджуються нові металорізальні верстати з ЧПУ, сучасне технологічне обладнання з комп'ютерним управлінням, розширюється розгалуженість та подовжуються ланцюги поставок матеріалів і запчастин, що призводить до виникнення серйозних проблем, пов'язаних із експлуатацією і технічним забезпеченням, синхронізацією інформаційно-матеріальних потоків.

Для ефективного формування модернізаційного ресурсу ЗАТ в умовах машиноремонтних виробничих систем найбільшої уваги заслуговують такі узагальнені принципи:

– системного підходу, за яким усі елементи машиноремонтної виробничої системи розглядаються як взаємопов'язані та взаємодіючі для досягнення єдиної мети управління, а

відмінною особливістю системного підходу є оптимізація функціонування не окремих елементів, а всієї системи загалом;

- принцип загальних виробничо-транспортних витрат, тобто облік усієї сукупності витрат у виробничо-транспортній системі;

- принцип комплексної оптимізації передбачає оптимізацію структури виробничо-транспортної системи, що узгоджена відповідно цілей функціонування підсистем задля досягнення оптимуму загальних і локальних критеріїв модернізації ЗАТ;

- принцип моделювання та інформаційно-комп'ютерної підтримки враховуються при аналізі, синтезі та оптимізації об'єктів і процесів у машиноремонтних виробничих системах, широко використовуються різні моделі (математичні, економіко-математичні, графічні, фізичні, імітаційні), потрібно враховувати, що менеджмент виробничих підрозділів практично неможливий без відповідної інформаційно-комп'ютерної підтримки;

- принцип TQM-комплексного управління якістю, забезпечення надійності функціонування та високої якості роботи кожного елемента машиноремонтної виробничої системи для забезпечення загальної якості товарів та сервісу, що поставляються кінцевим споживачам;

- принцип гуманізації всіх функцій та технологічних рішень, що означає відповідність екологічним вимогам, охорони навколишнього середовища та ергономічним, соціальним, етичним вимогам роботи персоналу.

Оскільки організація складного машиноремонтного виробництва включає також процес оптимізації логістики матеріальних і енергетичних потоків, то бачиться можливим вироблення принципів їх організації як для формування єдиної машиноремонтної логістичної системи.

Сучасний стан методології системного підходу до вдосконалення машиноремонтних виробничо-транспортних систем в інформаційному супроводженні диктує важливість її подальшого розвитку із системних позицій на основі врахування взаємодії всіх виробничих та інформаційних процесів. Тому необхідно виробити комплекс принципів технологічного забезпечення та організації інформаційно-орієнтованого ремонтного виробництва.

Для цього необхідно:

- виділити основні загальносистемні принципи, необхідні для реалізації методології системного підходу до організації інформаційно-орієнтованих машиноремонтних виробничо-транспортних систем;

- визначити роль концептуальних системних принципів організації та управління взаємодією процесів у ієрархії принципів розширення технологічних можливостей інформаційно-орієнтованих машиноремонтних виробничо-транспортних систем для модернізації та ремонту ЗАТ.

Розширення технологічних можливостей машиноремонтних виробничо-транспортних систем для модернізації та ремонту транспортних засобів досягається за рахунок технічного переоснащення підприємств, а саме придбання нового та модернізації існуючого технологічного обладнання, оскільки часто можливості машиноремонтних підприємств по придбанню сучасного обладнання з комп'ютерним управлінням обмежені.

Модернізація технологічного (верстатного, під'ємно-транспортного, термічного і т.і.) обладнання багато в чому визначає підвищення якості продукції промислових підприємств.

Для реалізації цього положення доцільно виконувати:

- модернізацію найбільш важливих технологій і типів верстатного обладнання, необхідних для створення високоефективних і конкурентних виробництв, шляхом розміщення на конкурентній основі інвестиційних ресурсів;

- вдосконалення систем модернізації верстатного обладнання з переходом від виконання підприємствами індивідуальних заказів до промислової організації цих робіт спеціалізованими заводами по єдиній технічній документації з типовими комплектуючими і технологією виконання робіт.

Також у відповідності з принципами розширення технологічних можливостей

машиноремонтних виробничо-транспортних систем доцільно впроваджувати проекти модернізації спеціального технологічного і транспортно-складського обладнання, щоб забезпечити умови інформаційно-орієнтованого виробництва. Наприклад, можливо передбачити роботи з модернізації обладнання та систем керування машинами складського відділення виробничо-транспортної системи, а саме пакувально-сортувальних машин.

Таким чином, встановлені загальносистемні принципи розширення технологічних можливостей виробничо-транспортних систем для модернізації та ремонту ЗАТ, які можуть бути використані для формування модернізаційного ресурсу в умовах ремонтного виробництва.

### Список використаних джерел

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективі розвитку: монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; за ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.
2. Тернюк М.Е. Структура системо-мислєдїяльного комплексу для моделювання транспортних систем / М.Е. Тернюк, Ю.В. Дудукалов, Н.М. Гладка, В.В. Федченко // Механіка та машинобудування. – 2011. - №1. – С. 141-148.
3. Інформаційні технології в наукоємкому машинобудуванні: Комп'ютерне забезпечення індустриального бізнесу/ [під заг. ред. А.Г. Братухіна]. – К.: Техніка, 2001. – 728 с.
4. Дудукалов Ю.В. Забезпечення якості технічного обслуговування і ремонту машин під час впровадження CALS-технологій / Ю.В. Дудукалов, С.А. Торяник // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Вип. 69 «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва» - X., 2008. – С. 213- 216.
5. Saragaon B., Hiregoudar N. L., Mallur S. B. Development of a conceptual model for the measurement of Overall Worker Effectiveness (OWE) in discrete manufacturing SMES // Intern. Journal of Engineering and Innovation Technology. 2012. Vol. 2, N 3. P. 366-372.
6. Dudukalov, Y., Ternyuk, M., Kholodov, M. et al., “Synthesis of Fuel Systems Boron-Containing Metalized Fuels for Vehicles,” SAE Technical Paper 2020-01-2155, 2020, DOI: 10.4271/2020-01-2155.
7. Дудукалов Ю.В. Формування ремонтно-експлуатаційних еталонів для забезпечення ефективності капітального ремонту засобів транспорту / Ю.В. Дудукалов, М.Е. Тернюк // Автомобільний транспорт. Збірник наукових праць. – Вип. 23. - X., 2011. – С. 203- 206.

*Дудукалов Юрій Володимирович* – к.т.н., доцент, професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [ncc\\_delcam@khadi.kharkov.ua](mailto:ncc_delcam@khadi.kharkov.ua).

*Воронков Станіслав Вячеславович* – студент групи АПМ-21-21, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [ncc\\_delcam@khadi.kharkov.ua](mailto:ncc_delcam@khadi.kharkov.ua).

*Dudukalov Yuri* – Ph. D., Associate Professor, Professor of the Department Technology of Machinery Manufacturing and Machine Maintenance, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [ncc\\_delcam@khadi.kharkov.ua](mailto:ncc_delcam@khadi.kharkov.ua).

*Voronkov Stanislav* – student of group ААМ-21-21, Automobile Faculty, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [ncc\\_delcam@khadi.kharkov.ua](mailto:ncc_delcam@khadi.kharkov.ua).

УДК. 342.95

Дьяченко В. О.

## СВІТОВИЙ ДОСВІД У ГАЛУЗІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ: МАЛОВИТРАТНІ ТА ШВИДКОРЕАЛІЗОВАНІ ЗАХОДИ

*Розглянуті питання підвищення ОБДР на прикладі успішного зарубіжного досвіду, завдяки застосуванню автоматизованих систем ОБДР, здатних мінімізувати шкоду в дорожньому середовищі до «нульової смертності».*

*Issues of improving OBDR are discussed on the example of successful foreign experience, thanks to the use of automated OBDR systems capable of minimizing damage in the road environment to "zero mortality".*

**Вступ.** Ідеологія забезпечення дорожньої безпеки, що діє в Україні, як відомо, передбачає накопичення статистики скоєних дорожньо-транспортних подій (ДТП) та подальше обґрунтування заходів щодо їх можливого попередження. За питомими показниками аварійності та наслідками дорожньо-транспортних пригод багато років спонукала державу дати жорстку оцінку низької ефективності цієї ідеології у Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року.

**Результати дослідження.** За оцінкою, зробленою, у сфері безпеки дорожнього руху (БДР) криза. Світовий досвід показує, що в момент кризових станів, особливо у небезпечних сферах діяльності, що застосовуються методи управління кваліфікуються як непридатні та підлягаючі заміні інноваційні методи, здатні забезпечити принципові зміни.

Із запровадженням нових методів управління завдання повинні вирішуватися швидше, і простіше, а значить, дешевше та якісніше.

В Українській практиці інноваційних методів для вирішення проблеми зниження дорожньої аварійності «до нуля» поки що немає. Криза системи позначила початок їх розробки, та упустити цей момент не можна. Зарубіжний досвід створення вискоелективних методів (див., наприклад, шведську концепцію «нульової смертності») для української практики слід вважати благом, яким можна вільно (і до того ж безкоштовно) користуватися.

Особливе місце успішних зарубіжних системах ОБДР сьогодні посідають концепції різного рівня системних узагальнень у реалізованих ідеологіях. Найбільш приваблива для України концепція "нульової смертності", що реалізується в скандинавських країнах. По-перше, вона декларує на державному рівні мету забезпечити всіма доступними засобами повну безпеку своїм громадянам у дорожньому русі. По-друге, вказана концепція декларує персональну відповідальність чиновників, які обслуговують систему, і тим самим більшу, ніж вище ранг чиновника в службової ієрархії.

Зазначимо, що у концепції «нульової смертності» саме на розробниках дорожньо-транспортних систем лежить основна відповідальність за створення ефективної системи та за її якісне функціонування, при якому нейтралізуються потенційні помилки, які здійснюються учасниками дорожнього руху. Звичайно, мається на увазі, що учасники — водії, пішоходи — дотримуються законів і правила дорожнього руху.

Описаний підхід кардинально змінив напрямок роботи з удосконалення систем управління БДР провідних країн. Він привернув увагу до важливості взаємодії учасників систем управління БДР на стадії розробки (проекування), планування дорожнього середовища та виробництва транспортних засобів, розробки засобів нейтралізації людських недоліків, обліку "людського фактору".



Впровадження зазначеної ідеології дозволило успішним у сфері ОБДР країнам:

- організувати на системній основі інформаційно-пропагандистську роботу з різними групами населення, роботу з дітьми з профілактики ДТП, сформувати громадську думку та забезпечити необхідний зміст пропаганди у сфері БДР;
- прийняти та реалізувати рішення щодо стримування швидкості руху транспортних засобів;
- удосконалити систему підготовки водіїв та їх допуску до керування транспортними засобами;
- реалізувати першочергові та мало витратні заходи щодо БДР.

Отримані результати вражають — у багатьох країнах створено безпечні дорожні мережі. Незважаючи на високий рівень автомобілізації ці країни і в даний час продовжують домагатися зниження аварійності.

Судячи з досвіду провідних країн, можливе зменшення кількості загиблих у ДТП на 2-4% на рік. Наприклад, у Фінляндії з 2003 р. до теперішнього часу зниження числа загиблих у ДТП становило 66% зі збільшенням парку транспортних засобів у 80%.

Сьогоднішні професіонали країн-лідерів в області безпеки відкриті для співпраці, їх досвід доступний. Проте практика нам каже: сліпо копіювати чужий досвід ризиковано. Те, що сьогодні роблять лідери, базується на міцному фундаменті (право та механізм реалізації, технології та дослідження, культура, соціальне партнерство та система освіти). «Пересадка» ефективних високотехнологічних нововведень через практику провідних країн в українську дійсність не дасть очікуваного результату. Не можна порушувати один із базових принципів: засоби автоматизації та технологічні системи «вершина» організаційних систем, "Підводної частини айсберга". Потрібно вибудувати свою ідеологію. Тому Українським фахівцям сьогодні необхідний досвід закладки основних принципів і перших кроків, що створюють міцний фундамент для подальших надбудов, у тому числі і автоматизованих. Переступити технологічні етапи системного побудови неможливо, проте вивчати досвід тих, хто пройшов шлях першим, можливість уникнути помилок і прискорити процес.

Залучення іноземних фахівців до вирішення проблем дорожньої аварійності виявляє важливі особливості їх роботи - увага до дрібниць, ретельність їх опрацювання, облік системного впливу дрібниць на людину при моделюванні сприйняття їм дорожньої ситуації. Для цього процесу більше підходить термін «ергономічний дизайн», аніж «проекування».

Результат – системне рішення щодо забезпечення безпеки та комфорту руху, що охоплює і такі складові, як навколишня середовище та дорожня естетика. Українські проектувальники готові вчитися та підвищувати свій професіоналізм. На жаль, поки небагатьом з них вдається брати участь у подібному процесі, розсувному рамки звичних норм, за якими виявляються безмежні горизонти професійного вдосконалення.

Поки що для української ситуації типова помилка, коли з запропонованого західними експертами пакету заходів, наприклад зі зниження ризиків на ділянці концентрації ДТП, українськими замовниками (чиновниками, проектувальниками) виключаються «надмірності». До «надмірностей», як правило, відносять напрямні острівці, стовпчики зі світло відбиваючими елементами, інші типи покриття чи мощення. Насправді роль цих елементів у системі велика: вони надають тонке і тому дуже результативне психологічний вплив на учасників дорожнього руху, керуючи їх поведінкою на рівні підсвідомості (тобто керуючи горезвісним людським фактором).

Протягом останніх десятиліть країни - лідери в галузі безпеки дорожнього руху успішно реалізували потенціал простих та недорогих рішень.

Методами дорожнього облаштування їм вдалося скоротити основні проблемні ділянки концентрації ДТП. Результат – безпечні дорожні мережі. Принципи та інструменти, що застосовуються в країнах-лідерах у галузі дорожньої безпеки, можуть стати зразками «будівельних блоків» для створення в Україні власних стратегій розв'язання аналогічних завдань (див. табл. 1).

Сьогоднішня гостра криза дорожньої безпеки в Україні вимагає термінових заходів першої допомоги.

Таблиця 1 – Приклад деяких ефективних мір з попередження ДТП і зниження тяжкості їх наслідків

Фактор ризику	Заходи	Ефект за даними моніторингу (порівняння статистики до і після проведення заходу)
Недостатній досвід керування автомобілем у молодих водіїв	Введення диференційованих прав водія (Нова Зеландія)	Зменшення кількості ДТП серед молодих водіїв на 8%
Лобові та бічні зіткнення, у тому числі на перехрестях	Каналізація руху, встановлення бар'єрної дорожньої огорожі по розділовій смузі та облаштування додаткової смуги для обгону, відділення транспортного та легкового руху, переобладнання х образних перехресть розв'язки з круговим рухом (Данія, Швеція, Швейцарія, Великобританія)	Зниження числа загиблих та поранених при сутичках на 45–50%
Наїзди на об'єкти дорожньої інфраструктури	Протиударні пристрої (Велика Британія)	Зниження числа загиблих та поранених внаслідок наїздів на об'єкт інфраструктури (опори шляхопроводів тощо) на 67%
Погана видимість учасників дорожнього руху	Використання ближнього світла фар у денний час (країни Європи): для автомобілів для мотоциклістів для велосипедистів	Зниження кількості ДТП: на 10-15%; на 10%; на 30%
Недосконала конструктивна безпека автомобілів	Підвищення безпеки автомобілів (Велика Британія). Введення вимог для передньої частини автомобілів щодо зниження тяжкості поранень пішоходів та велосипедистів	Скорочення числа смертельних поранень на 15%
Перевищення швидкості	Використання камер відео фіксації для виявлення порушників (Різні країни)	Зниження на 50% усіх ДТП; Зниження на 35% числа загиблих та поранених; Зниження на 56% числа загиблих та поранених пішоходів у зоні дії камери
Вразливість велосипедистів	Будівництво велосипедних доріжок уздовж міських доріг (Данія)	Скорочення кількості загиблих велосипедистів на 35%
Недружність міської навколишнього середовища до пішоходів	Комплекс заходів у масштабі всієї мережі (Австрія), запровадження на 75% протяжності мережі швидкісного режиму, що не перевищує 30 км/год, інтеграція інфраструктури громадського транспорту та «легкого» руху (пішохідного, велосипедного)	Зниження ДТП на 60%

Найбільш «дешевими» і такими, що дають результат одночасно після реалізації вважаються такі методи вдосконалення дорожньої інфраструктури:

- приведення характеристик дорожнього середовища до характеру руху («самопояснюючі дороги»);
- системно реалізованого програмно-цільового скорочення аварійності на ділянках концентрації ДТП; підвищення плавності (заспокоєності) руху та однорідності транспортних потоків;
- оптимізації швидкісного режиму;
- підтримки доріг у необхідному експлуатаційному стані;
- регулювання режиму роботи зупинок та стоянок транспортних засобів;
- системного інформаційного забезпечення учасників дорожнього руху і т. д.

Результативність таких методів, насамперед ділянках концентрації ДТП, що досягає 60-70% (див. табл. 2).

Практика успішних країн створила приклади результативних моделей для проектування програм підвищення БДР, що довела здатність сприяти реалізації комплексного підходу. За допомогою таких моделей, мають чіткий алгоритм, можна автоматизувати проектування програм підвищення БДД.

Такий інструмент здатний значно полегшити, прискорити розробку зазначених програм та підвищити їх якість, особливо за браком досвіду в українських фахівців.

Можливі функції автоматизованої моделі:

- вибір заходів та заходів з пропонування, свідомо результативних та економічних, націлених на всі фактори ризику, що підвищує кінцеву результативність програм;
- розрахунок прогнозованої результативності програми щодо зниження числа загиблих та поранених за допомогою заходів та заходів, передбачених програмою;
- розрахунок економічного ефекту після реалізації програми;
- складання робочої документації, необхідної для управління програмою: календарні графіки, ресурсні плани, бюджети окремих заходів та зведений бюджет програми в цілому;
- графік реалізації програми та підготовка стандартизованої вихідної документації;
- оцінка результативності програми щодо її завершення на основі порівняння статистичних індикаторів аварійності «до» реалізації програми та «після» її.

Переваги розповсюдження автоматизованого інструменту очевидні насамперед з позицій:

- об'єднання у рамках загальної системної діяльності розрізаних дій різних відомств та їх фахівців з тим чи іншим рівнем підготовки та досвідом;
- гармонізації процедур, методик, звітності;
- вдосконалення алгоритму процесу, виявлення стійких усередині системних зв'язків, їх подальшої ув'язування передачі якомога більшої кількості функцій машинам; цю задачу можна вирішувати, проводячи аналогії з автоматизованими системами управління безпекою руху на суміжних видах транспорту.

Вирішення проблеми ОБДР, як уже зазначалося, увінчує створення автоматизованих систем ОБДР, здатних мінімізувати шкоду в дорожньому середовищі до «нульової смертності» з урахуванням обґрунтування рівня витрат. При цьому перше завдання включає організацію спостереження всіх видів системної діяльності, що здійснюється персоналом, ретельну вивірку реалізованих технологій (процедур, методик тощо), їхню алгоритмізацію для наступної автоматизації. Це завдання належить вирішити. Прикладом може бути досвід створення та багаторічної успішної експлуатації автоматизованих систем управління безпекою руху у суміжних галузях сучасного транспорту [1, 2].

Друге завдання — автоматизація систем ОБДР пов'язана з мінімізацією збитків у дорожньому середовищі та зводиться до запобігання виникненню небезпечних ДТП, що еквівалентно створенням системи попередження небезпечних відмов техніки та персоналу.

Таблиця 2 – Приклади деяких результативних заходів першої допомоги для зниження ризику ДТП та тяжкості їх наслідків

Заходи	ДТП, на які пливає даний захід	Ефект	Джерело даних, примітки
Влаштування пішохідної доріжки, відокремленої бордюром від проїжджої частини	Всі ДТП	-6-18%	Узагальнений світовий досвід
Каналізація потоків на перетині або перехресті	ДТП з загиблими Всі ДТП	-10% -38%	Фінська практика
Центральний розділовий острівцець на кривій малого радіусу	Всі ДТП	-22%	Узагальнений світовий досвід
Розв'язка із круговим рухом на дорогах загального користування або на міських вулицях	ДТП з загиблими Облікові ДТП Всі ДТП	-70-75% -65% -50%	Фінська, нідерландська практика. Додатковий ефект – підвищення пропускної спроможності перехресть, зниження загазованості та шуму
Переклад X образного перехрестя у розв'язку з круговим рухом	Всі ДТП	-58%	Узагальнений світовий досвід
Протяжний центральний розділовий острівцець	Облікові ДТП на ділянці Всі ДТП	-30% -21%	Норвезька практика: острівцець на двосмуговій вулиці: -39%; на багатосмуговому: -22% Світовий досвід
Введення у зонах житлової забудови швидкісного режиму 30 км/год + хампи	ДТП з загиблими	-47%	Фінська практика
Влаштування хампів (штучних нерівностей)	ДТП з загиблими Всі ДТП	-20% -50%	«» Світовий досвід
Віброшуми (шумові смуги) на під'їздах до перехрестя	ДТП з загиблими Всі ДТП Облікові ДТП	-5% -28% -33%	Фінська практика Узагальнений світовий досвід Норвезька практика
Нанесення крайової лінії розмітки з ефектом вібрації	Всі ДТП на ділянці Облікові ДТП зі з'їздом дороги Всі ДТП	-30% -31%	Узагальнений світовий досвід Норвезька практика
Світло відбивні елементи для виділення кривих, ділянок примикань	Всі ДТП	-21%	Узагальнений світовий досвід
Нанесення відсутньої крайової та осьової ліній розмітки	ДТП з загиблими Облікові ДТП Всі ДТП	-10 % - 24 % - 30 %	Фінська практика Норвезька практика

Необхідно почати рух до вирішення зазначених завдань, у яких домінують банк небезпечних відмов, їх класифікації, технології оперативного попередження та відповідні їм організаційні структури.

### Список використаних джерел

1. Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року : розпорядження Кабінету Міністрів України № 1360-р від 21.10.2020. Урядовий кур'єр. 2020. № 214.
2. Закон Швеції «Про дороги» (1971: 948). URL: <http://www.notisum.se/rnp/document/?id=SFS1971-0948>.
3. Виміри в транспортному середовищі. Saker trafik. 2018. URL: <https://ntf.se/var-kompetens/trafikmiljo/>
4. Закон про безпеку дорожнього руху (2010:1362). Sveriges riksdag. URL: [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/vagsakerhetslag-20101362\\_sfs-2010-1362](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/vagsakerhetslag-20101362_sfs-2010-1362).
5. Постанова про дорожній рух Швеції (1998: 1276). URL: <http://www.notisum.se/rnp/document/?id=19981276>
6. Портал "Віртуальна Фінляндія" <http://virtual.finland.fi>

*Дьяченко Вікторія Олександрівна* – викладач спеціальностей, ВСП «Автотранспортний фаховий коледж КНУ», e-mail: [dyachenko@atknu.com.ua](mailto:dyachenko@atknu.com.ua)

*Dyachenko Viktoriya* – teacher of special disciplines, VSP «Automotive Transport College of KNU», e-mail: [dyachenko@atknu.com.ua](mailto:dyachenko@atknu.com.ua)

УДК 656.212

Жук Т. І.; Мурований І. С., к.т.н., доц.

## ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

*У роботі розглядається питання застосування логістики при організації вантажних перевезень автомобільним транспортом. Визначено роль, принципи та функції логістичного підходу до організації перевезень вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні.*

*The work examines the issue of the application of logistics in the organization of freight transportation by road transport. The role, principles and functions of the logistic approach to the organization of cargo transportation by road transport in international traffic are determined.*

**Вступ.** Логістика в організації міжнародних перевезень представляє собою складну мезосистему соціально-економічних відносин між суб'єктами економіки, що мають певну логіку побудови, функціонування та розвитку, а також різні механізми регулювання.

Логістика та перевезення - це дві дуже важливі частини транспортних та розподільчих послуг, і вони різні. Транспорт - це рух товарів, а логістика - це управління внутрішнім і зовнішнім транспортуванням товарів від виробника до кінцевого споживача. Ці терміни часто використовуються як взаємозамінні, але вони є двома надзвичайно різними частинами ланцюга поставок. Логістика та транспортування займаються перевезенням товарів та послуг з одного місця в інше. Хоча логістика та транспорт використовуються як взаємозамінність, відмінності полягають лише у логістичних угодах, пов'язаних із інтеграцією зберігання, транспортування, каталогізації, обробки та пакування товарів [5].

Ефективна діяльність різних компаній залежить безпосередньо від чіткого планування та організації вантажних перевезень, які не повинні бути надто затратними. Зниження витрат на транспортування продукції можливе при раціональному підході до перевезень, яке забезпечує також збільшення продуктивності [1].

**Результати досліджень.** На початку XXI століття помітно підвищився рівень розвитку інтеграційних процесів, а також їх глобалізація. Це ж, в свою чергу, посприяло покращенню економічних відносин між державами. Важливу роль в цьому процесі виконує транспорт, зокрема, автомобільний, який є найбільш мобільним і дає змогу надавати послугу від «дверей до дверей». Автомобільний транспорт України здійснює значну частину перевезень на внутрішньому ринку та у міжнародному сполученні [2].

Тому автотранспортні підприємства повинні розробляти певні комплекси заходів, які дозволять оптимізувати процеси доставки, розробляти нові раціональні організації перевезень (міжнародних в тому числі). Як результат – збільшення попиту на власні послуги і в Україні, і за кордоном. Одним із способів реалізації вищенаведених показників, є введення логістичного підходу.

Принципова новизна логістичного підходу при вирішенні проблем транспортних галузей полягає в органічному взаємозв'язку та поєднанні інтеграційних процесів у цілісну матеріалопровідну схему. Логістичний підхід дає можливість до вирішення проблем та завдань у галузі технології, техніки, економіки та математики, є наукою, що поєднує у собі всі вищезгадані елементи.

Логістичний підхід ґрунтується на ідеї наскрізного управління матеріальними потоками, сервісного обслуговування та функціонування складського господарства, що лежить в основі логістичної діяльності. Під поняттям логістичної діяльності слід розуміти інтеграцію процесу

перевезень з виробничої сфери до споживача, що включає в себе вантажно-розвантажувальні операції, зберігання і транспортування товарів, а також необхідні інформаційні процеси, використовує процес планування, реалізації і контролю ефективних та економних з огляду на витрати переміщення та зберігання матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції, а також одержання інформації про постачання товарів від місця виробництва до місця споживання згідно з вимогами клієнтури [3].

До прикладу, якщо проаналізувати популярність перевезення вантажів тим чи іншим транспортом впродовж 2009-2021 років (рис. 1), то можна побачити, що найвищими показниками за об'ємом вантажообігу володіє залізничне перевезення. Проте, якщо проаналізувати динаміку розвитку, то можна чітко побачити, що з кожним роком популяризація автомобільних вантажних перевезень стрімко зростає, чого не скажеш про той же залізничний.

Звідси можна зробити висновок, що за останні десять років автомобільний транспорт здійснює доволі успішну експансію на ринку вантажних перевезень, у той час як його конкуренти послаблюють свої позиції.

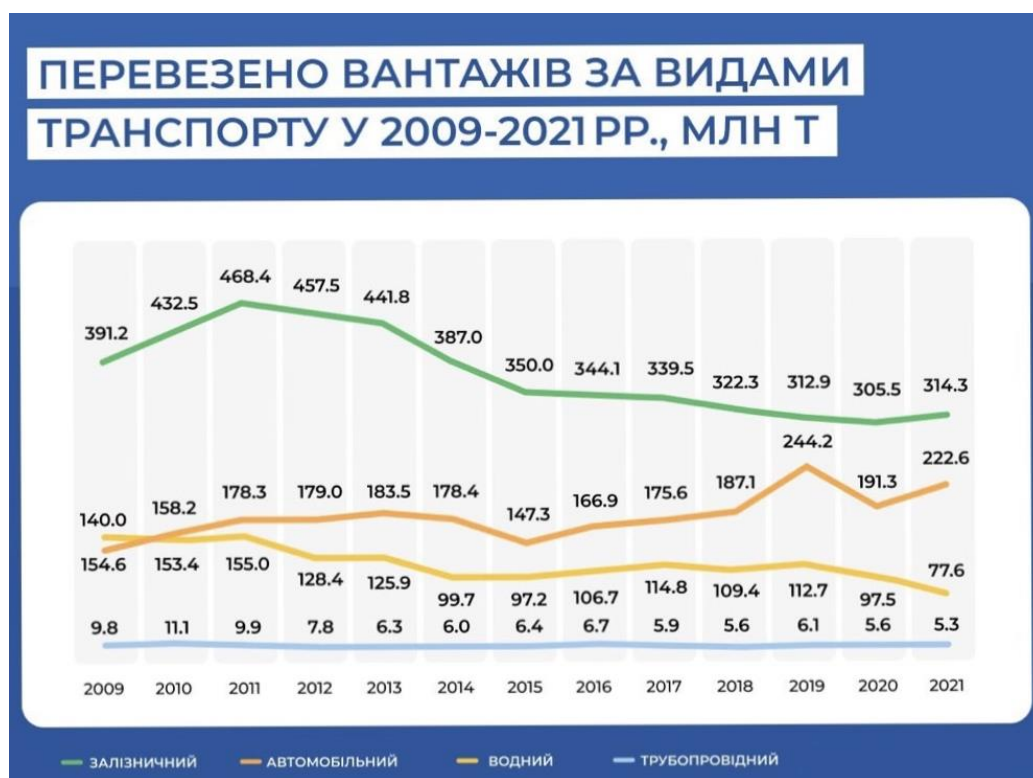


Рисунок 1 – Вантажообіг за видами транспорту у 2009-2021рр. [4]

З метою ефективної роботи галузі, застосування логістики, як комплексного управління матеріальними та інформаційними потоками в межах системи повинно включати такі принципи:

1) розгляд руху матеріальних потоків як єдиного процесу від первинного джерела до кінцевого споживача, що передбачає виконання таких видів діяльності, як транспортування, завантаження, розвантаження, переміщення, складування і зберігання матеріалів;

2) формування і застосовування організаційно-управлінського механізму координації дій спеціалістів різних служб, що беруть участь в управлінні матеріальними потоками. Результативність роботи буде залежати від успішного ув'язання в єдину систему здійснення комплексу заходів щодо раціоналізації тари, інфікування вантажних одиниць удосконалення складування, оптимізації розміру замовлень і рівня запасів, вибору найвигідніших маршрутів переміщення матеріалів тощо [3].

Під час створення системи логістичного обслуговування, необхідно детально врахувати постійно діючі фактори, відповідно до котрих перед замовником завжди стоїть вибір: виконувати самостійно або купувати. Цей вибір визначає не тільки характер і рівень логістичного обслуговування в кожному окремому разі, а й ефективність логістичної системи в цілому. У сучасних вимогах на ринку логістичних послуг можна побачити тенденції зростання вимог споживачів по відношенню до їх комплексності і якості.

Головна вимога логістичної концепції полягає у тому, щоб змінити традиційну організацію транспортного виробництва на нову. Це викликає необхідність виявлення центрів переорієнтації у транспортній ланці потокових процесів. Ними можуть бути центри обробки продуктів, які перевозяться транспортом і обробки замовлень на перевезення вантажів.

Отже, транспортної ланки стосуються і всі інші вимоги логістичної концепції організації виробничого процесу. Це такі, як розробка принципово нової стратегії виготовлення продукту (виконання транспортного процесу), стратегія наступного забезпечення орієнтації перевезень кінцевого вантажу, виходячи з орієнтації на мінімальний розподіл праці і на оптимальний для збуту на ринку кінцевих продуктів, розмір партій перевезень. Треба врахувати також зміни структури транспортного виробництва для реалізації принципів стратегій і самих стратегій майбутнього, зміни структури всіх рівнів апарату управління і регламентацію завдань робітників (транспортних підрозділів фірми).

Виходячи зі стратегії логістики і виробництва в ланцюгах транспортних матеріальних потоків, нова стратегія транспортного виробництва має бути органічною складовою в ієрархії стратегії підприємства, орієнтованого на логістику [6].

#### Список використаних джерел

1. Основи раціональної організації перевезення вантажів [Електронний ресурс] // АДС Логістик. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://logist.kiev.ua/uk/osnovi-racionalnoi-organizaciyi-perevezennya-vantazhiv/>.
2. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018 – Кн. 1 / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакуленко. – 2018. – 182 с.
3. Крикавська Є. Логістика – нова філософія управління / Є. Крикавська // Податкове планування. – 2002. – №5. – С. 28-31
4. “Європейський зелений курс” та залізниця: як зробити ринок вантажних перевезень України більш “зеленим” [Електронний ресурс] // Офіс ефективного регулювання BRDO. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://brdo.com.ua/analytics/21368/>.
5. Давиденко І. В. Оптимізація роботи відділу логістики компанії з надання послуг пасажирських перевезень / Ігор Володимирович Давиденко. – 2021.
6. Сиротин В. П. Організація міжнародних перевезень в зовнішньоекономічній діяльності підприємства / В. П. Сиротин // Тернопіль. – 2018.

**Жук Тетяна Ігорівна** – студентка групи ТТм-11, факультет транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет, e-mail: [tatyana\\_zhuk3@ukr.net](mailto:tatyana_zhuk3@ukr.net)

**Мурований Ігор Сергійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: [Igor\\_Lntu@ukr.net](mailto:Igor_Lntu@ukr.net)

**Zhuk Tatyana** - student of TTm-11 group, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: [tatyana\\_zhuk3@ukr.net](mailto:tatyana_zhuk3@ukr.net)

**Murovaniy Igor** – Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: [Igor\\_Lntu@ukr.net](mailto:Igor_Lntu@ukr.net).



УДК 621.4: 629.113.01

Ільченко А. В., к.т.н., доц.

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛООВОГО ВИТРАТОМІРА РІДКИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ

*Запропоновано нову конструкцію теплового витратоміра рідких моторних палив. Він має розширений діапазон та зменшену похибку вимірювання витрат. Це досягається використанням співвісно встановлених трубок із певним співвідношенням діаметрів. Сформульовано умову вибору найбільш інформативного теплового осьового потоку палива: для аналізу температур приймається трубка витратоміра, де зареєстрована максимальна сумарна різниця температур між усіма сусідніми термоперетворювачами трубки.*

*A new design of the heat flow meter for liquid motor fuels is proposed. It has an extended range and reduced flow measurement error. This is achieved by using coaxially installed tubes with a certain ratio of diameters. The condition for choosing the most informative thermal axial flow of fuel is formulated: for the temperature analysis, a flow meter tube is taken, where the maximum total temperature difference between all the adjacent heat transducers of the tube is registered.*

**Вступ.** Засоби вимірювання витрат рідких моторних палив, що використовуються сьогодні, вважати витратомірами можна умовно, оскільки вони показують відносну картину витрат. Їх робота заснована на принципі відліку часу відкритого стану форсунок (інжекторів) системи живлення двигуна. Спеціалістів в експлуатації більше цікавить абсолютна витрата палива, наприклад, за певний період і/або на певному маршруті. Абсолютна витрата палива може суттєво відрізнятись від вимірної існуючими засобами з різних причин (внаслідок засмічення отворів форсунок, появи на них нагару, відкладень, зниження тиску (продуктивності) у системі живлення двигуна тощо.

Тому найбільш перспективними для виміру витрат моторних палив вважаються теплові витратоміри, що мають багато переваг у порівнянні з існуючими. Основні з них: точність вимірювань не залежить від положення витратоміра щодо поздовжньої осі автомобіля та лінії горизонту, на неї не впливають вібрації, ударні навантаження, тиск та пульсація палива на вході у витратомір [1-3].

Але, існують важливі недоліки: теплові витратоміри не завжди здатні охопити весь можливий діапазон витрати палива двигуном внутрішнього згорання на всіх швидкісних та навантажувальних режимах його роботи. Також вони мають непостійну похибку вимірювання на різних швидкостях потоку палива (різних режимах роботи двигуна) і цей факт вимагає їх удосконалення [4, 5].

**Результати дослідження.** Неважко зробити висновок, що при великій різниці швидкостей процес перенесення тепла як у радіальному, так і в осьовому напрямках у трубі теплового витратоміра буде суттєво відрізнятись, що не завжди дозволить з достатньою точністю визначити швидкість (витрату) палива. Якщо, наприклад, у процесі збільшення витрати (швидкості палива в трубі) буде для певної швидкості термоперетворювачами теплового витратоміра зареєстрована практично однакова температура (або яка мало відрізняється від температури, зареєстрована одним і наступним термоперетворювачами), це може означати, що швидкість потоку (витрата) досягла значення, вище за яку вона не може бути визначена. Таким чином, для зменшення похибки вимірювання витрати палива на даному конкретному швидкісному та навантажувальному режимах роботи двигуна важлива реєстрація температур двох сусідніх термоперетворювачів з більшою різницею.

З урахуванням наведеного вважається необхідним у процесі вимірювання впливати на швидкість потоку палива. Це можна зробити використанням трубки теплового витратоміра з

іншим діаметром. Щодо внутрішнього діаметра трубки також існує обмеження – її мінімальна пропускна здатність пов'язана з максимально можливою витратою палива конкретного двигуна. Таким чином, тепловий витратомір має обмеження діапазону вимірювання витрати палива двигуном внутрішнього згорання.

Для розширення цього діапазону та зменшення похибки вимірювань пропонується використання багатоступінчастого витратоміра (рис. 1). Він складається з декількох трубок 1 різних діаметрів, кількість яких залежить від діапазону витрати палива, що вимірюється. У даному випадку розглядається чотири послідовно встановлені трубки 1. Трубки 1 з'єднані співвісно конусами 2. Величина конусності вибирається таким чином, щоб завихрення потоку палива на всіх швидкостях його протікання через всі трубки 1 було мінімальним або повністю виключалося.

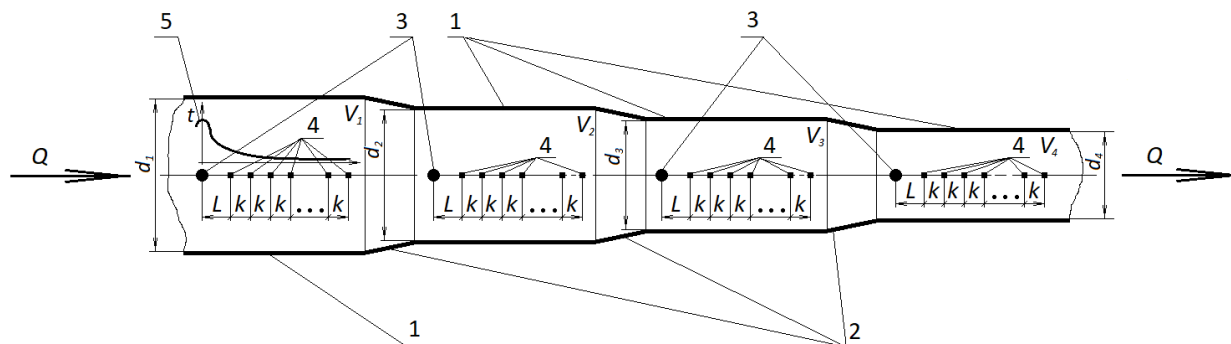


Рисунок 1 – Схема багатоступінчастого теплового витратоміра:

1 – трубка; 2 – конус; 3 – нагрівальний елемент; 4 – термоперетворювач; 5 – температура вздовж осі трубки, °С; Q – об'ємна витрата палива, мм<sup>3</sup>/с; d<sub>1</sub>–d<sub>4</sub> – діаметри трубок; V<sub>1</sub>-V<sub>4</sub> – швидкості палива вздовж осей трубок, мм/с; L - відстань від нагрівального елемента до першого термоперетворювача, мм; k - відстані між термоперетворювачами, мм

Наявність трубок 1 різних діаметрів дозволяє змінювати швидкість палива, що протікає через них, і впливати на інтенсивність його нагрівання в широкому діапазоні швидкостей (витрат). Це створює більшу реєстровану різницю температур палива в потоці між сусідніми термоперетворювачами 4.

Діаметри трубок вибирають на основі наступних міркувань. Якщо взяти до уваги закон безперервності потоку палива і прийняти, наприклад, що  $d_4 = d_3/3 = d_2/9 = d_1/27$ , швидкість потоку на виході з витратоміра збільшується у 729 разів. Таким чином, можна вважати, що вибором кількості трубок теплового витратоміра і співвідношенням їх діаметрів можна охопити практично весь можливий діапазон витрати палива двигуна внутрішнього згорання будь-якої потужності.

Зі збільшенням швидкості потоку палива в трубці 1 витратоміра різниця в показаннях сусідніх термоперетворювачів буде зменшуватися і вони будуть реєструвати все більш однакову температуру. Після певного значення швидкості (швидке теплоперенесення) показання термоперетворювачів 4 не будуть істотно відрізнятися і вони будуть близькі до температури палива біля нагрівального елемента 3. Зменшення різниці показань між сусідніми термоперетворювачами 4 підвищує похибку визначення швидкості палива (витрати палива). В такому випадку необхідно зменшити швидкість палива, що можна на даній витраті досягти застосуванням трубок 1 більшого діаметра. І навпаки, зі зменшенням швидкості руху палива уповільнюється теплоперенесення та термоперетворювачі 4 можуть не зареєструвати зміну температури потоку. Це також призведе до збільшення похибки вимірювання витрат палива. В даному випадку необхідно збільшити швидкість палива, що в запропонованій конструкції витратоміра спостерігається в трубках 1 меншого діаметра. Таким чином, не тільки розширюється діапазон вимірювання витрати палива, а також зменшується похибка вимірювання витрати рідких палив тепловим витратоміром.

Для отримання розподілу температур у потоці палива максимальної інформативності (з найбільшою різницею реєстрованої температури між сусідніми термоперетворювачами 4), тобто для зменшення похибки вимірювання витрат палив, потрібно для аналізу температур (і визначення швидкостей потоку) брати саме ту трубку 1 витратоміра, де цей розподіл наближається до виду 5 (рис. 1), тобто виконується умова:

$$\sum_{y=1}^x (|t_y - t_{y+1}|) \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $x$  - кількість термоперетворювачів у трубці 1 теплового витратоміра;

$t$  - температура, зареєстрована термоперетворювачем;

$y$  - порядковий номер термоперетворювача в потоці палива,  $y=1 \dots x-1$ .

В (1) використано знак модуля оскільки витрата палива на різних режимах може змінюватися як у бік збільшення, так і у бік зменшення, а для подальшого аналізу розподілу температур необхідно враховувати трубку з максимальною різницею виміряних температур між усіма сусідніми термоперетворювачами в трубці.

**Висновки.** Запропоновано конструкцію багатоступінчастого теплового витратоміра рідких моторних палив з розширеним діапазоном вимірювання витрати та зменшеною похибкою вимірювання. Вона передбачає використовувати послідовно співвідносно встановлені трубки витратоміра з певним співвідношенням діаметрів. Вибір кількості трубок та їх діаметрів дозволяє змінювати швидкість потоку палива через витратомір для однієї й тієї ж витрати. При цьому нагрівальні елементи трубок забезпечують попередньо початкову температуру палива, що вибирається, яка залежить від передбачуваних величин витрат моторних палив.

Сформульовано умову вибору найбільш інформативного осьового теплового потоку моторного палива в трубках багатоступінчастого теплового витратоміра: для аналізу температур (швидкостей, витрат) приймається та трубка теплового витратоміра, де зареєстрована максимальна сумарна різниця температур, виміряна між усіма сусідніми термоперетворювачами трубки.

#### Список використаних джерел

1. Korobiichuk I., Ilchenko A. Optimal Design Parameters of Thermal Flowmeter for Fuel Flow Measurement. *Sensors* 2022, 22, 8882., 2022. <https://doi.org/10.3390/s22228882>.
2. Korobiichuk, I. Calorimetric flow meter of motor fuel with inlet temperature regulation Korobiichuk, I., Bezvesilna, O., Ilchenko, A., ...Nowicki, M., Szewczyk, R. 2017 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT 2017, 2017, 2017-January, p. 975–979.
3. Korobiichuk, I. Thermoanemometric flowmeter of biofuels for motor transport / Korobiichuk, I., Bezvesilna, O., Ilchenko, A., Trostenyuk, Y. // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2017, 519, p. 443–448.
4. Bezvesilna, O. Heat transfer in the thermo-anemometric flowmeter for biofuels / Bezvesilna, O., Kamiński, M., Ilchenko, A. // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2017, 550, p. 505–511.
5. Безвесільна О.М. Методи вимірювання витрат рідини та конструкції витратомірів / О.М. Безвесільна, А.В. Ільченко, А.Г. Ткачук, С.О. Пархоменко // *Вісник Інженерної академії України*, 2013, Випуск 3-4, - с. 216-222.

**Ільченко Андрій Володимирович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: avi\_77@ukr.net

**Ilchenko Andrii** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, e-mail: avi\_77@ukr.net

УДК 629.331

Калембет М. В.; Слободенюк С. М.; Бикадорова Н. О.

## РОЗГЛЯД ДЕЯКИХ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ДВИГУНІВ У АВТОМОБІЛІВ VOLKSWAGEN PASSAT B5. СТИСЛИЙ ПРИКЛАД РЕМОНТНИХ РОБІТ

*В роботі наведено деякі причини зношування автомобільних двигунів Volkswagen Passat. На основі інтернет джерел стисло наведено деякі технологічні операції, що стосуються ремонту автомобільного двигуна автомобіля Volkswagen Passat B5.*

*The paper presents some reasons for the wear of Volkswagen Passat automobile engines. On the basis of Internet sources, some technological operations related to the repair of the automobile engine of the Volkswagen Passat B5 are briefly preseted.*

Volkswagen Passat B5 — п'яте покоління сімейства Volkswagen Passat, яке було представлено у 1996 році та прийшло на заміну Volkswagen Passat B4.

Новинка значно відрізняється від своїх попередників. У першу чергу двигуни тепер розташовувалися поздовжньо, а не поперечно як було раніше. Також варто виділити вдосконалену підвіску і сучасну електронну начинку. Моделі виробляються тільки з кузовами седан і 5-дверний універсал Variant. Оснащені 4-, 5- і 6-циліндровими бензиновими й дизельними двигунами об'ємом 1,6 — 2,8 л потужністю 90 — 193 к.с.

Автомобіль володіє великим просторим салоном, де дорогий пластик передньої панелі сусідить зі вставками під дерево на дверях і передній консолі. Сидіння дуже зручні й обтягнуті велюром, а кермо і коробка передач — шкірою. Напрочуд виглядає базова комплектація автомобіля, вона включає: чотири подушки безпеки, ABS, електропакет для передніх пасажирів, клімат-контроль, регульоване по висоті водійське сидіння, тоноване скло та ін.

Крім базової комплектації пропонується на вибір ще три: «Comfortline», «Trendline» та «Highline». Перша відрізняється обробкою салону і вставками з дерева, повним електропакетом, легкосплавними дисками коліс і більше комфортними передніми кріслами, з функцією поперекового підпору.

Для шанувальників спортивного стилю пропонується комплектація «Trendline». Тут на передній панелі дерево замінили полірованим алюмінієм і встановили кермо «трюхспицьним». Комплектація «Highline» характеризується досягненням максимального комфорту. Колірна гамма салону витримується в трьох тонах: сірий, чорний і бежевий. Сидіння мають подвійну оббивку шкірою і тканиною.

Порадує великим вибором і гамма двигунів для B5:

- П'ятициліндровий двигун «VR5» об'ємом 2,3 літра. Буква «R» в його назві означає, що циліндри розташовані з мінімальним кутом розвалу, практично в ряд, тільки в шаховому порядку. Шляхом цього двигун вийшов дуже компактним і легким.

- Бензиновий об'ємом 1,6 л і потужністю 101 к.с.

- 1,8 л потужністю 125 к.с.

- 1,8-літровий з турбонадувом, потужністю 150 к.с. Завдяки турбіні низького тиску він потужно тягне з малих оборотів.

- Шестициліндровий двигун об'ємом 2,8 л потужністю 193 к.с.

Також творці пропонують три варіанти коробки передач: п'яти й шестиступеневі механічні та «автомат». Плюс два типу приводу — традиційний передній і повний 4Motion.

П'яте покоління значно відрізняється від попереднього за керованості автомобіля, фахівці схильні вважати, що такі різкі зміни забезпечила багатоважлива передня підвіска

Двигуни автомобілів Volkswagen Passat не є виключенням, вони нажаль теж виходять з ладу.

Причини виходу з ладу двигуна Volkswagen Passat можуть бути наступні:

*Затримка заміни оливи.* Якщо олива застосовується тривалий час, її в'язкість погіршується, утворюються присадки та відкладення, внаслідок чого сила тертя деталей збільшується. Це призводить до їхнього зносу та виходу з ладу системи.

*Використання неякісної оливи.* Такі рідини не мають необхідного набору компонентів, що збільшує ризик утворення відкладень на частинах системи. В результаті канали закриваються: через систему не тече олива, а деталі залишаються без змащування.

*Передчасна заміна фільтра.* Фільтр, що використовується, не здатний ефективно захистити двигун від попадання пилу і бруду, внаслідок чого двигун зношується. Найбільше страждають поршні та циліндри.



Рисунок 1 – Volkswagen Passat B5

*Пізнніше усунення незначних несправностей.* Якщо ви проігноруєте незначні несправності або неправильно відрегулюєте деталі двигуна, термін служби системи скоротиться. Наприклад, автолюбители часто вибирають неправильну свічку запалювання для свого VW.

*Неправильна експлуатація авто.* Сильний газ та гальмо головні вороги вашого двигуна. Якщо пристрій постійно працює при максимальному навантаженні, його ресурс зменшиться на 30 відсотків. Силкові установки також страждають від холодного запуску (якщо зимова олива обрана неправильно).

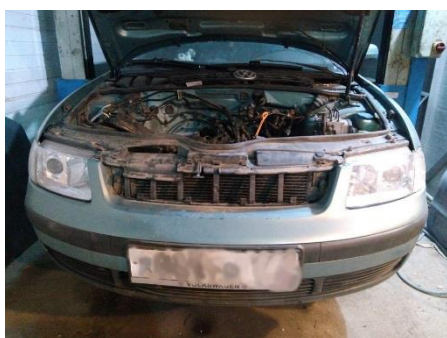
Проблему з двигуном Passat B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B 8 можна визначити на основі наступних критеріїв:

- відкладення нагару на свічках запалювання;
- пульсація при вивільненні парів та газів;
- незвичайний колір вихлопного газу;
- збільшення часу розгону автомобіля до 100 км;
- неправильна поведінка ДВЗ на холостому ході;
- пристрій перегрівается;
- стук двигуна внутрішнього згорання;
- низький тиск олії.

Дуже дієвим способом з підвищення зносостійкості є правильна експлуатація двигуна, що може включати його мийку, збирання та розбирання складових, а також застосування змащувальних матеріалів для окремих деталей та вузлів, що зазнають зношування.

На рис. 2, 3 наведено приклад як одного з варіантів стислого технологічного процесу ремонтних робіт з демонтування двигуна в автомобілі Volkswagen Passat B5. Автомобіль Volkswagen Passat B5 проїхав 700 тис. км, останні 500 тис. км без будь якого ремонту.

Ремонтні роботи включали: виймання двигуна (рис. 2 а, б). Проведення дефектування показало, що корінні шийки в допуску, шатунні вийшли з допуску, шатунні «вкладиші» були зношені (протерті) в цент (рис. 2 в). Загальна картина: знос блоку, знос шатунних шийок КВ, знос напрямних, величезна кількість нагару скрізь (через велику кількість масла на 1 см мазуту всередині всієї ГБЦ). Підготовчі роботи (рис. 2 г). Були закуплені необхідні запчастини (рис. 2 д). Зроблено розточення блоку циліндрів (рис. 2 е).



(а)



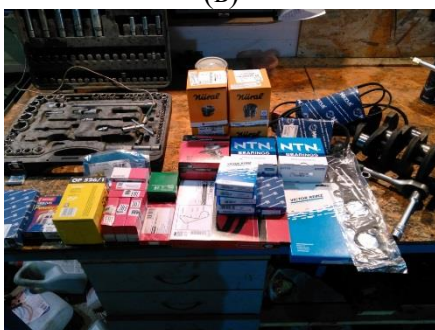
(б)



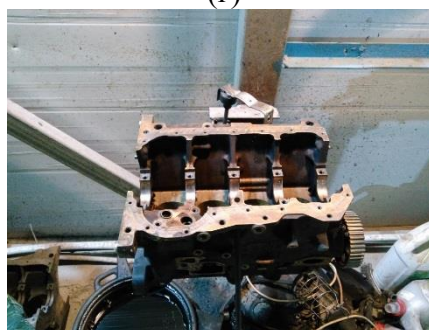
(в)



(г)



(д)



(е)

Рисунок 2 – Стислий приклад ремонтних робіт.

На рис. 3 а – 3 е – наведено наступні технологічні процеси, які стосуються ремонтних робіт двигуна. Серед яких встановлення нових сальників (рис. 3 а, б). Ремонтні роботи можуть включати: промивку каналів двигуна, фарбування, змащування, заміну зношених деталей та

вузлів (встановлення нових вкладишів). Остаточна технологічна операція це встановлення двигуна назад у підкапотний простір (рис. 3 е).

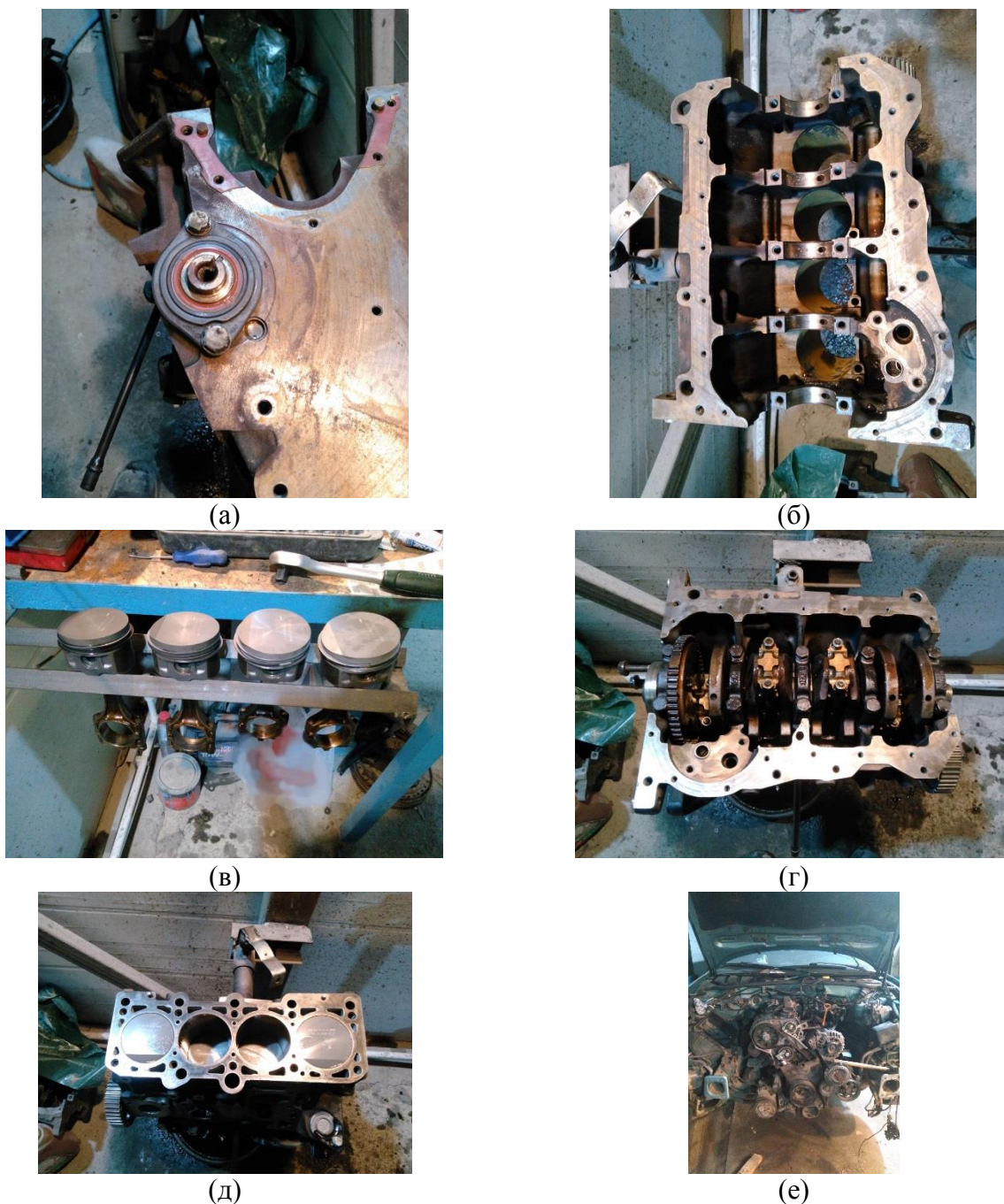


Рисунок 3 – Стислий приклад ремонтних робіт.

В публікації розглянуті такі питання: стислий огляд автомобіля Volkswagen Passat B5. Перелічені деякі причини виходу з ладу двигуна Volkswagen Passat. На основі інтернет даних наведено стислий приклад ремонтних робіт для двигуна автомобіля.

#### Список використаних джерел

1. Volkswagen Passat B5. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Volkswagen\\_Passat\\_B5](https://uk.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_Passat_B5).
2. Volkswagen Passat B5. Автор: Rudolf Stricker - Власна робота, Attribution, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4574849>. (дата звернення: 15.03.2023).

3. Ремонт двигателя Фольксваген Пассат-Капитальный ремонт двигателя Фольксваген цена. СТО Киев. Автосервис Киев. | Кузовной ремонт, ремонт двигателей, покраска авто. URL: <https://xn----dtbiljwui.xn--j1amh/remont-dvigatelya-volkswagen-passat>.
4. Розпізнавання зображень частинок зношування як інструменту для технічної діагностики в транспортній галузі та енергомашинобудуванні / В. О. Колесніков та ін. *Актуальні питання, проблеми та перспективи розвитку науки та освіти* : зб. матеріалів I Всеукр. міждисцип. наук.-практ. конф., 27–28 квіт. 2022 р. Полтава, 2022. С. 205–208.
5. Колесніков В.А. Продукты износа в двигателях автомобилей. *Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД* : Матеріали VI Міжнародної науково-практ. конф., 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 362–365.
6. Колесніков В.А. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей та сплавів для транспортної галузі. Частина 1. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : Матеріали VII-ї Міжнародної наук.-техн. інтернет-конф., 8–10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 72–83.
7. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : Матеріали V-ї Міжнародної наук.-техн. інтернет-конф., 13–14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 105–112.
8. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мастильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 166–178.
9. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змашувальні матеріали. / В. О. Колесніков та ін. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : зб. наук. праць X міжнар. наук.-техн. інтернет- конф. 14–15 квіт. 2022 р Вінниця : ВНТУ, 2022. С. 139–146.
10. Стадник О. І., Бувалець М. Ю., Шматко О. Е., Колесніков В. О. Методи та засоби підвищення корозійної стійкості деталей автомобілів. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 190–197.
11. Татарінов В.Р., Бердус А.Ю., Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні матеріали для автомобілебудування // Матеріали регіональної науково-практичної конференції *Професійна освіта на Луганщині: теорія та практика*, 15–17 квітня 2014 року м. Луганськ. - С. 218-223.
12. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мастильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: VIII-ма міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2020 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179–189.
13. Олексій Фірсов, Сергій Шуліка, Ярослав Кунченко, Віталій Якуба. Підвищення довговічності та шляхи забезпечення нормальної експлуатації деталей шатуно-поршневої групи в автомобілі // Науковий пошук молодих дослідників № 4 (2021). Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, 2021. С. 107 – 113.
14. Калашник А., Сидоренко Р. Деякі особливості проведення ремонтних робіт кривошипно-шатунних механізмів автомобілів // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 3 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 76 – 85.



15. Балицький, О. І., Колесніков, В. О., Хмель, Я., Лопаткін, І. О., Черняхов, П. І. Дослідження зносостійкості матеріалів для деталей транспорту. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: IV-ї -та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2016 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2016. С. 60–64.
16. Безруков В. Розгляд причин зношування поршневих кілець та технологія їх заміни. // Науковий пошук молодих дослідників: Збірник наукових праць здобувачів вищої освіти, № 4 (2022). м. Полтава: Вид-во ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»: Полтава, 2022. С. 93 – 100.
17. Ремонтуюмо двигун вашого автомобіля. Особливості ремонту блоку циліндрів. URL: [http://avtodvor.com.ua/article.php?id\\_article=93](http://avtodvor.com.ua/article.php?id_article=93).
18. Конспект лекцій з дисципліни «Теоретичні основи ремонту автомобілів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / Укладач: к.т.н., доцент Сасов О.О., Кам'янське, ДДТУ, 2018 р., - 98 с.
19. Ремонт двигуна PASSAT B5 1.6 8 клапанний 1 частина. URL: [https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=mZ\\_TTqRsrCM&ab\\_channel=Зроблено%20вгаражі](https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=mZ_TTqRsrCM&ab_channel=Зроблено%20вгаражі).
20. Ремонт двигуна PASSAT B5 1.6 8 клапанний 2 частина 2. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6MGAPirpYlc> (дата звернення: 15.03.2023 р.).
21. 2003 Volkswagen Passat (B5.5) 2.5 TDI (180 лс) 4MOTION. URL: <https://www.auto-data.net/ru/volkswagen-passat-b5.5-2.5-tdi-180hp-4motion-8924>. Складання двигуна. URL : <https://www.drive2.com/l/637254675422273877>. (дата звернення: 15.03.2023).
22. Volkswagen Passat B5. URL : <https://www.drive2.ru/l/4940140>.
23. Капітальний ремонт двигуна VW Passat B5 1.8 URL : <https://www.drive2.com/c/2853863>.

**Калембет Максим Володимирович** – здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни.

**Слободенюк Станіслав Миколайович** – здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни.

**Бикадорова Наталія Олексіївна** – ст. викладачка кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни. e-mail: [itottstar@gmail.com](mailto:itottstar@gmail.com).

**Kalembet Maksym** – applicant for higher education of the first (bachelor's) level in the specialty "Vocational Education. Transport", State Institution "Luhansk Taras Shevchenko National University", Poltava, Lubny.

**Slobodeniuk Stanislav** - applicant for higher education of the first (bachelor's) level in the specialty "Vocational Education. Transport", State Institution "Luhansk Taras Shevchenko National University", Poltava, Lubny.

**Bykadorova Natalia** – senior lecturer in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, e-mail: [itottstar@gmail.com](mailto:itottstar@gmail.com).

УДК 629.3.017.5

Каишканов А. А., д.т.н., проф.; Каница А. В.; Діордіца В. М.

## ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ЕКСПЕРТИЗІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

*Розглянуті проблемні питання оцінювання гальмових властивостей автомобілів під час розслідування дорожньо-транспортних пригод. Узагальнення результатів досліджень показало, що існуючі експертні методи оцінювання динаміки руху автомобілів при екстреному гальмуванні не враховують розвиток конструкції гальмівних систем. На основі обробки експериментальних даних сформовані рекомендації щодо удосконалення існуючих підходів та усунення виявлених недоліків.*

*Considered problematic issues of evaluating the braking properties of cars during the investigation of traffic accidents. Summarizing the research results showed that the existing expert methods of evaluating the dynamics of car movement during emergency braking do not take into account the development of the design of braking systems. Based on the processing of experimental data, recommendations for improving the existing approaches and eliminating the identified shortcomings were formed.*

**Вступ.** Дорожньо-транспортні пригоди продовжують залишатися однією з серйозних проблем сучасного суспільства [1]. Незважаючи на запровадження програм, спрямованих на підвищення рівня безпеки дорожнього руху, та деякі покращення в статистиці, яких досягла Україна за останні роки, проблема ДТП є критичною, адже за результатами 2021 року в країні за добу відбувається близько 491 ДТП, в яких 85 людей травмується, а гине щонайменше 7 людей [2]. Це вимагає від України запровадження цілого комплексу завдань, спрямованих на підвищення БДР.

**Результати дослідження.** Основним методом попередження ДТП є процес гальмування ТЗ [3]. Ефективність даного процесу залежить від особливостей конструкції та роботи гальмівних систем ТЗ (наявності антиблокувальної системи гальм, системи екстреного гальмування, превентивних систем безпеки тощо) та обмежується величиною сил тертя в контактні шин з дорогою [4].

Існує багато різних методів, засобів і технологій, що застосовуються для оцінювання гальмівних властивостей автомобілів з метою забезпечення роботи систем активної безпеки [5], керування дорожнім рухом [6], удосконалення конструкції доріг [7] чи аналізу аварійних ситуацій [3]. Чинні вимоги [5] визначають критеріями оцінки ефективності гальмування автомобілів при дорожніх випробуваннях гальмівний шлях і усталене сповільнення. Під час розслідування аварійних ситуацій експерт повинен оцінити усталене сповільнення шляхом слідчого експерименту в дорожніх умовах місця події або аналогічних йому, а потім на підставі отриманих даних розрахувати зупинний шлях [8]. У разі наявності таких пошкоджень ТЗ, що унеможливають проведення дорожніх випробувань, експерту доводиться використовувати середньостатистичні значення сповільнення або використовувати застарілі розрахункові методики [9]. Це сприяє виникненню похибок та збільшує невизначеність даних, на основі яких формуються експертні висновки. Проблема фіксації руху ТЗ під час аварійних ситуацій в майбутньому може бути розв'язана глобально шляхом широкого впровадження автоматизованих систем реєстрації даних про події та систем повідомлення про ДТП [10], але наразі вони недостатньо поширені у світі.

Отже, оцінювання показників ефективності гальмування ТЗ при автотехнічній експертизі аварійних ситуацій пов'язано з розрахунками, що базуються на результатах

вимірювань, наданих слідчим чи судом, або типових довідкових даних – параметрах і коефіцієнтах, які обирає експерт самостійно зі спеціальної довідкової чи науково-технічної літератури. Наприклад, при дослідженні ефективності гальмування автомобілів такими довідковими параметрами можуть бути: час реакції водія, час запізнення спрацьовування гальмівної системи, час наростання сповільнення, коефіцієнт зчеплення шин з дорогою, усталене сповільнення автомобіля, ухили та радіуси повороту дороги, швидкість руху пішоходів тощо.

З метою підвищення якості розслідування обставин ДТП та досягнення об'єктивного висновку під час слідства і суду Міністерством юстиції України затверджені науково-методичні рекомендації щодо підготовки та призначення експертних досліджень та судових експертиз, які передбачають перелік основних питань з автотехнічної експертизи [11]. Крім питань з рекомендованого переліку слідчим та судом можуть бути задані інші питання, що не виходять за межі компетенції експерта автотехніка. Для відповіді на означені вище питання експерту достатньо визначити ті чи інші параметри за формулами, відомими з теорії експлуатаційних властивостей автомобіля. Однак отримання достовірних результатів розрахунків можливе у разі підстановки достовірних чисельних значень вихідних розрахункових даних в формули: результатів вимірювань, параметрів та коефіцієнтів. Даний підхід є принциповим, оскільки лише у випадку достовірності вихідних даних можна гарантувати обґрунтованість, достовірність та об'єктивність висновків експерта, забезпечити можливість їхнього використання в якості доказів.

Основним показником для оцінювання ефективності гальмування автомобілів є усталене сповільнення, на основі значень якого експерт може визначити довжину гальмівного чи зупинного шляху ТЗ та його швидкість в процесі гальмування. Протягом 2016-2021 років здійснювався збір експериментальних даних з динаміки гальмування ТЗ. Ці данні отримувались за допомогою сертифікованих спеціальних сучасних приладів (рис. 1): МАНА VZM-100, МАНА VZM-300.



Рисунок 1 – Прилади для вимірювання динаміки гальмування автомобілів

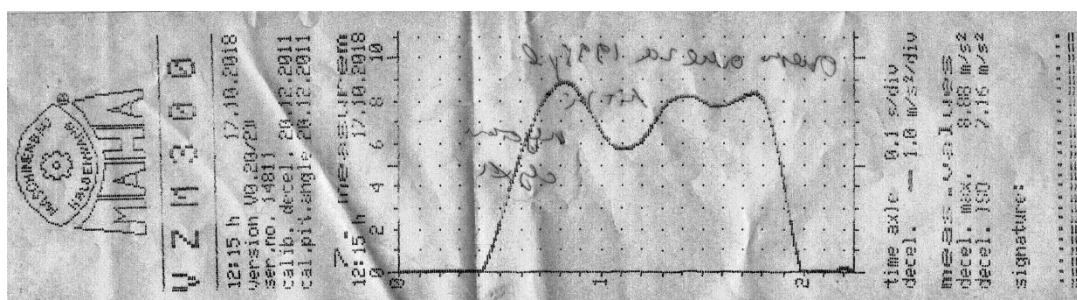


Рисунок 2 – Приклад протоколу вимірювання динаміки гальмування автомобіля

Результати узагальнення виконаних досліджень для сухого асфальтобетонного покриття подано на рис. 3. Подані показники отримані для 95% рівня довіри. Обробка результатів досліджень показала, що процес гальмування ТЗ є стохастичним і дуже добре описується нормальним законом. Отримані експериментальні дані добре корелюють з іншими результатами досліджень ефективності гальмування ТЗ [3-5, 9].

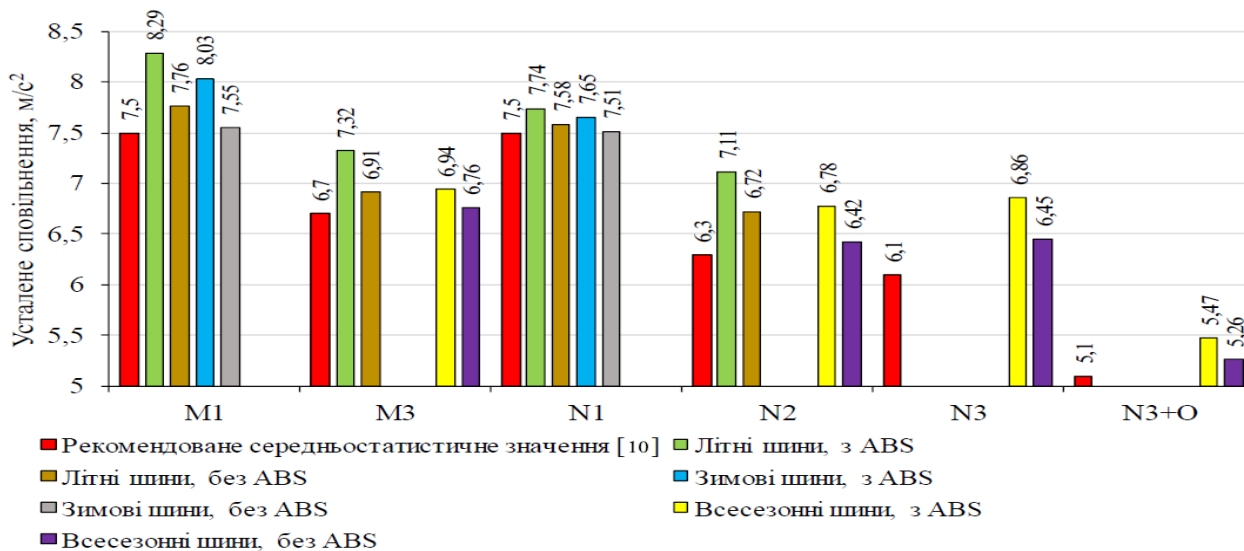


Рисунок 3 – Усереднені показники усталеного сповільнення на сухому асфальтобетоні

З метою встановлення впливу конструкції гальмівної системи ТЗ (наявність ABS, BA) та типу використовуваних шин на ефективність екстреного гальмування було проаналізовано протоколи випробувань ТЗ категорії M1: без ABS – 51 од., з ABS – 63од., з ABS та BA – 48 од. Результати узагальнення експериментальних даних у середовищі MS Excel, отримані для 95% рівня довіри, подано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Узагальнені показники усталеного сповільнення в м/с² зі швидкості 40 км/год

Тип шин, робота ABS, BA	Літні шини			Зимові шини			Рекомендоване значення [Ошибка! Источник ссылки не найден.]
	без ABS	з ABS	з ABS, BA	без ABS	з ABS	з ABS, BA	
Дорожнє покриття							
Сухий асфальтобетон <sup>1</sup>	7,76	8,29	9,36	7,55	8,03	9,18	7,5
Мокрий асфальтобетон <sup>1</sup> (плівка 0,2мм)	5,86	6,71	7,16	6,14	6,83	7,21	5
Укочений сніг <sup>2</sup>	–	–	–	2,98	3,11	3,28	2,5
Ожеледиця <sup>2</sup>	–	–	–	1,65	1,8	1,9	1,5

1 – при температурі навколишнього середовища 6-15°C;

2 – при температурі навколишнього середовища 0°C і нижче.

З таблиці 1 видно, що літні шини мають кращі на 2,7% показники сповільнення при гальмуванні ніж зимові на сухому асфальтобетонному покритті. На мокрому асфальтобетонному покритті (плівка 0,2мм) зимові шини кращі на 2,4% ніж літні за значеннями усталеного сповільнення автомобілів. Дана тенденція буде зростати зі збільшенням товщини водяної плівки. Узагальнені експериментальні значення усталеного

сповільнення відрізняються від рекомендованих середньостатистичних даних для експертизи ДТП від 0,7 до 44,2%. Це суттєво для формування експертних висновків щодо ДТП.

**Висновки.** З метою підвищення об'єктивності автотехнічної експертизи аварійних ситуацій потрібно враховувати особливості конструкції гальмівної системи ТЗ (роботу ABS, ВА тощо) та тип шин. Подібного роду аналіз дозволяє виявити резерви підвищення точності моделювання при уточненні вихідних даних та самої класичної методики. Отже, все сказане підтверджує необхідність проведення поглиблених досліджень щодо невизначеності даних, які використовуються для рішення задач автотехнічної експертизи ДТП.

#### Список використаних джерел

1. Road traffic injuries. World Health Organization. Веб-сайт. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/>
2. Статистика. Патрульна поліція України. Веб-сайт. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
3. Struble D. E. & Struble J. D. Automotive Accident Reconstruction: Practices and Principles (2nd ed.). CRC Press, London. 2020. DOI: 10.1201/9781003008972
4. Kashkanov A. A., Diorditsa V. M., Kucheruk V. Yu., Karabekova D. Zh., Khassenov A. K., Sharzadin A. M. Inertial evaluation of the tyre-road interaction during emergency braking. Bulletin of the Karaganda University. «Physics» series. 2019. № 2(94). P. 82-91. DOI: 10.31489/2019Ph2/82-91.
5. Automotive Handbook. 11th Ed. / [Reif K., Dietsche K.-H. & others]. Karlsruhe: Robert Bosch GmbH, 2022. 2048 p.
6. Zhang R., Cao L., Bao S., Tan J. A method for connected vehicle trajectory prediction and collision warning algorithm based on V2V communication // International Journal of Crashworthiness. 2017. Vol. 22. No. 1. P. 15-25.
7. AASHTO Green Book. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 7th Edition, 2018, 1047 p.
8. Best Practice Manual for Road Accident Reconstruction, ENFSI-BPM-RAA-01. Version 01 - November 2015. European Network of Forensic Science Institutes.
9. Туренко А. М., Клименко В. І., Сараєв О. В., Данець С. В. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для ВНЗ. Харків : ХНАДУ, 2013. 320 с.
10. Marco P daSilva. Analysis of Event Data Recorder Data for Vehicle Safety Improvement. Retrieved from <http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/EDR/Research/811015.pdf>.
11. Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень (у редакції наказу Міністерства юстиції України від 26.12.2012 № 1950/5 зі змінами № 1350/5 від 27.07.2015).

**Кашканов Андрій Альбертович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

**Каніца Анатолій Володимирович** – завідувач відділу автотехнічних досліджень, Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

**Діордіца Василь Миколайович** – заступник завідувача відділу автотехнічних досліджень, Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

**Kashkanov Andrii** – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

**Kapitsa Anatolii** – Head of the Automotive Research Department, Vinnytsia Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

**Diorditsa Vasyi** – Deputy Head of the Automotive Research Department, Vinnytsia Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

УДК 656.11

Каишканов А. А., д.т.н., проф.; Пальчевський О. В.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ДАНИХ В ОЦІНЮВАННІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

*Суттєвий вплив аномалій та втрат частини інформації, яким піддаються бази даних систем інтелектуального управління при керуванні транспортною системою та безпекою дорожнього руху, значною мірою перешкоджає подальшому їх розвитку. В даній роботі визначено критерії якості, яким мають відповідати бази даних; проведено порівняння традиційних та інноваційних систем збору даних; визначено ускладнення із якими стикаються новітні системи управління дорожнім рухом та методи їх усунення.*

*The significant impact of anomalies and data loss experienced by databases in intelligent transportation and road safety management systems greatly impedes their further development. This paper identifies the quality criteria that databases should meet; compares traditional and innovative data collection systems and identifies the challenges faced by modern traffic management systems and methods to overcome them.*

**Вступ.** За останні роки дорожній рух став набагато складнішим та вимагає більш ефективного управління. Зростаюча кількість транспортних засобів, затори на дорогах, ДТП та інші небезпечні ситуації змушують міські влади та транспортні компанії використовувати інтелектуальні системи управління дорожнім рухом [1].

Завдяки інтелектуальному управлінню дорожнім рухом забезпечується збір та аналіз даних про транспортні потоки, що дозволяє оптимізувати роботу світлофорів, прогнозувати затори, ДТП та швидко реагувати на небезпечні ситуації на дорозі. Однак, якщо дані про рух транспортних засобів неповні або неточні, це може значно ускладнити процес управління дорожнім рухом та знизити ефективність інтелектуальної системи [2]. Наприклад, недостача інформації в базі даних про транспортний потік може призвести до неточної оцінки кількості транспортних засобів, що проходять через визначену ділянку транспортної мережі, або швидкості руху [3], а це, в свою чергу, може призвести до неточної оцінки ефективності різних заходів з покращення транспортної інфраструктури [4].

Крім того, неповні дані про транспортний рух можуть призвести до того, що інтелектуальна система не зможе швидко реагувати на небезпечні ситуації на дорозі. Тому необхідно розглядати це як проблему, яку необхідно вирішувати, забезпечуючи якісний збір та аналіз даних про транспортний потік.

**Основна частина.** Якість та цілісність даних є важливим фактором у забезпеченні точності та достовірності оцінки стану транспортного потоку. Зниження цілісності даних може призвести до помилкових результатів та невірних оцінок, що негативно вплине на прийняття рішень з питань розвитку транспортної інфраструктури та планування міської мобільності. Однак для цього потрібно чітко розуміти чим визначається якість збираних даних та критерії її оцінки. В роботі [5] якість даних визначається як «придатність цих даних для всіх цілей, для яких вони потрібні», це означає, що вимірювання якості даних вимагає розуміння всіх передбачуваних цілей цих даних. У відповідності до цього визначення запропоновано чотири категорії якості даних, які включають в себе п'ятнадцять параметрів, що представлені у таблиці 1.

Взявши за основу дану класифікацію, порівняємо актуальність та ефективність традиційних та новітніх підходів до збору даних.

Традиційні методи збору даних про дорожній рух зазвичай включають залучення відповідальних за підрахунок на місцевості або через відеозапис, інвазивні методи з

використанням магнітних датчиків або п'єзодатчиків, радарів, а також прості форми аналізу зображень за допомогою машинного зчитування [6]. Ці методи мають суттєві недоліки та обмеження. Точність, яка досягається ручними методами, становить від 70% до 95% залежно від вкладених зусиль і значною мірою залежить від тривалості обстеження, часу отримання бажаних результатів, втоми персоналу тощо. Тому рівень помилок змінюється з часом. Це спричинено, як мінімум тим, що людина схильна до стресу, втоми та її біологічних потреб. У ручному методі концентрація уваги відповідальних за підрахунок осіб зменшується з довжиною дослідження, і, отже, рівень помилок зростає. Сенсорні технічні методи не схильні до цих впливів. Однак для технічних пристроїв певна невелика прийнятна частота помилок є постійною. Для більшості традиційних методів необхідно заздалегідь визначити, які дані нам потрібно виміряти та для чого вони використовуватимуться. Персонал, який здійснює ручні підрахунки, не може фіксувати складні моделі трафіку або розширені дані, як от час у дорозі. Їм також не під силу виміряти пішохідний або велосипедний рух лише тому, що це надто складно. Традиційні технічні датчики здатні вловлювати складніші схеми дорожнього руху, однак часто потрібні кілька датчиків, щоб одночасно вловлювати різні типи транспортних засобів. Отже, традиційні методи збору даних про трафік і транспортну інфраструктуру загалом малоефективні. Вони або ресурсномісткі, або забирають багато часу та надають дані лише за конкретним призначенням, а також є дорогими та складними в організації і експлуатації.

Таблиця 1 – Розподіл параметрів якості даних за категоріями

Наповнення				Доступність		Зв'язок із контекстом			Інформативність					
Точність	Об'єктивність	Правдоподібність	Репутація	Доступність	Захищеність	Релевантність	Корисність	Актуальність	Цілісність	Об'єм інформації	Інтерпретованість	Легкість розуміння	Придатність до короткого представлення	Придатність до послідовного представлення

Недоліки традиційних методів спонукають до зосередження уваги на новітніх та інноваційних методах, в основі яких лежать принципи автоматизації та переважного використання технічних пристроїв. У 2017 році у світі вже нараховувалось 500 мільйонів камер спостереження, які виробляли 15 мільярдів гігабайт даних щотижня, які можна використовувати при дослідженні транспортного руху. Це число подвоюється кожні 2 роки, і очевидно, що сьогодні та в майбутньому більшість записаного відеоматеріалу не буде переглядатися людськими очима [6]. За допомогою технічних пристроїв або автоматизованих систем збору можна також отримати дані про швидкість, час у дорозі, проміжки часу, точний час проходження окремих транспортних засобів, які потім можна використовувати для більш детального аналізу. Відеоаналітичні рішення на основі штучного інтелекту можуть одночасно зчитувати всі стандартні класи моторизованих і немоторизованих учасників руху навіть у дуже складних умовах. Точність, яка досягається автоматичними методами штучного інтелекту, може постійно перевищувати 95%. На цю точність впливає якість вхідних даних у систему – наприклад, відеозапис.

Виходячи із вищезазначеного, в подальшому варто розглядати лише системи автоматизованого збору та обробки інформації, які поєднують у собі наявне обладнання камери, можливості мультимодального підрахунку, складний моніторинг схем руху та постійно високу точність.

Завдяки прогресу в галузі штучного інтелекту та обчислювальних можливостей стало можливим зрозуміти продуктивність інфраструктури за короткий час і відповісти на будь-які

запитання в сфері транспортної інфраструктури із набагато більшою кількістю деталей, ніж у минулому та набагато швидше і дешевше. Тим не менш, результативність таких систем теж суттєво залежить від якості даних, що збираються. До прикладу, численні аномалії, що впливають на набори даних часто спричиняють втрату важливих частин записів. Над вирішенням даних проблем, зокрема пов'язаних із спотворенням та втратою важливих ділянок даних, вже працює значна кількість науковців.

Одним із прикладів, націлених на їх вирішення, є робота [7], в якій було досліджено вплив втрати даних на продуктивність моделі «к-найближчих сусідів» (модель забезпечує багатоетапний прогноз потоку для міських доріг), застосованої до контексту інтелектуального управління. В ході якої з оригінального набору даних було штучно створено неповні набори даних з різними рівнями повноти та довжиною пропусків. Було розроблено три різні методи для реконструкції цих наборів даних. На їх основі було перевірено продуктивність досліджуваної моделі.

В ході роботи було створено 50 варіантів неповних наборів даних, що мали різні комбінації довжин прогалів і рівнів повноти. До кожного з них було застосовано методи імпутації, щоб створити повні набори даних. В якості вимірювання продуктивності методів імпутації, було застосовано два розподіли для вихідного набору даних. Перший використовується для навчання методів, а другий – для перевірки їх ефективності. Авторами було використано середню абсолютну похибку (MAE) та середню абсолютну процентну похибку (MAPE) як критерій точності.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |m(t)_i - p(t)_i|, \quad (1)$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{m(t)_i - p(t)_i}{m(t)_i} \right|. \quad (2)$$

де  $m(t)$  - реальне значення транспортного потоку, виміряне у момент  $t$ ;

$p(t)$  – значення, передбачене моделлю;

$n$  – кількість передбачень.

Результати експерименту показали, що модель здатна досягти 17% MAPE під час значного щоденного трафіку (06:00-22:00) протягом 3 тижнів тестового збору даних. Крім того, враховуючи час доби, модель здатна робити 6-крокові прогнози з середньою похибкою в один автомобіль за 90 с. Ефективність моделі для введених наборів даних змінюється залежно від рівня повноти та довжини пропуску, але загалом модель працює набагато краще для заповнених (відновлених) наборів даних, ніж для неповних.

Інший підхід до вирішення проблеми рівня якості збираних даних було наведено у роботі [8], націлений на підвищення ефективності детектора руху та застосуванні різнопрофільних датчиків, в тому числі тих, що напряду не стосуються транспортного руху. У цій статті підкреслюється вплив багатомасштабності на результати прогнозування транспортного потоку. Експериментальні результати показують, що прогнозний ефект багатомасштабної моделі помітно вищий за одномасштабну, і повністю прослідковується при зменшенні часового інтервалу оновлення даних, додаючи допоміжну інформацію, яка є більш важливою для дослідження.

Отже, цілісність даних є важливим фактором для точності та достовірності оцінки стану транспортного потоку, і це вимагає постійного вдосконалення та роботи над системами управління та моделями, яким вони підпорядковуються. Зниження цілісності даних може привести до помилкових результатів та невірних оцінок, що може негативно вплинути на прийняття рішень з питань розвитку транспортної інфраструктури та планування міської мобільності.



**Висновки.** В роботі було визначено критерії якості, яким мають відповідати бази даних. Щоб забезпечити точну оцінку стану транспортного потоку, важливо збирати та зберігати повні та достовірні дані. Нові технології, такі як датчики, системи відео-спостереження та мобільні додатки можуть допомогти збирати дані про транспортний потік в режимі реального часу, що дозволяє більш точно визначати кількість транспортних засобів, їх швидкість та інші параметри.

Порівняльний аналіз продуктивності традиційних та інноваційних методів і моделей, які спрямовані на підвищення точності та якості даних, підтвердив доцільність комплексного використання останніх та регулярного оновлення бази даних як запоруки забезпечення високої цілісності даних та точності оцінки стану транспортного потоку. Це є ключовим для планування та розвитку міської інфраструктури.

### Список використаних джерел

1. Кашканов А. А., Пальчевський О. В. Проблеми функціонування транспортних систем великих міст України в сучасних умовах. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2022. №1(18). С. 97-102. DOI: 10.36910/automash.v1i18.764.

2. Кашканов А. А., Пальчевський О. В. Інтелектуалізація управління дорожнім рухом як засіб підвищення ефективності транспортної мережі міста в неординарних ситуаціях. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2022. №2(16), 42-50. DOI: 10.31649/2413-4503-2022-16-2-42-50.

3. W. Zhou, Y. Zhou, M. Chen, & Y. Song. The utilization of fuzzy synthetic evaluation in the evaluation of the efficiency of urban traffic signal systems: A case study in China. *Journal of Advanced Transportation*, no. 2, pp.1-12. 2018.

4. T. Liu, Y. Ma, X. Zhu, H. Chen, & X. Guo. A data-driven approach to assessing the effects of traffic signal coordination on arterial corridor performance. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, no. 107, pp. 49-63. 2019. doi: 10.1016/j.trc.2019.08.017.

5. S. Turner, *Defining and Measuring Traffic Data Quality*. Medford, U.S.A: Texas Transportation Institute Cambridge Systematics, Inc., 2002.

6. Daniel Stofan, "The Development Of Traffic Data Collection Methods," Jan 3 2023. [Online]. Available: <https://blog.goodvisionlive.com/the-development-of-traffic-data-collection-methods>. Accessed on: Mar 31 2023.

7. A. Mallek, D. Klosa, C. Buskens. Impact of Data Loss on Multi-Step Forecast of Traffic Flow in Urban Roads Using K-Nearest Neighbors. *Sustainability*, no. 14, 2022. doi: 10.3390/su141811232.

8. Y. Hou, J. Chen, S. Wen. The effect of the dataset on evaluating urban traffic prediction. *Alexandria Engineering Journal*, no. 60, pp. 597-613. 2021. doi:10.1016/j.aej.2020.09.038.

**Кашканов Андрій Альбертович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

**Пальчевський Олег Вадимович** – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: palchevskiyi.o@gmail.com

**Kashkanov Andrii** – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

**Palchevskiy Oleh** – post-graduate student, Faculty of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: palchevskiyi.o@gmail.com

УДК 656.13

Кашканова А. А.

## РИЗИКИ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В ПРОБЛЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

*Розглянуто методи визначення ризиків виникнення дорожньо-транспортних пригод та їх застосовність щодо аналізу причинно-наслідкових зв'язків в різних дорожньо-транспортних ситуаціях з метою пошуку шляхів з покращення безпеки дорожнього руху.*

*The methods of determining the risks of traffic accidents and their applicability to the analysis of cause-and-effect relationships in various traffic situations in order to find ways to improve road safety are considered.*

**Вступ.** Зважаючи на рівень аварійності на дорогах різних країн світу взагалі та України зокрема, розробка заходів з підвищення безпеки дорожнього руху є актуальним завданням світового масштабу [1, 2]. Безпека дорожнього руху суттєво впливає на ефективність виробничих процесів на автомобільному транспорті, тому питання дослідження заходів і методів зменшення аварійності на транспорті та мінімізації її наслідків для постраждалих дозволить зберегти життя багатьом учасникам дорожнього руху.

**Результати дослідження.** В загальному випадку, ризик це результат впливу невизначеності на досягнення поставлених цілей. Ризик характеризується комбінацією ймовірності реалізації та важкості наслідків [3]. На думку Валдіса Калькіса, ризик можна розглядати як двовимірну величину, що складається з можливості події та обсягу, спричинених подією збитків [4].

На автомобільному транспорті величина ризику найчастіше визначається ймовірністю настання випадків дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Європейська система підтримки прийняття рішень щодо безпеки дорожнього руху [5] визначає, що фактори ризику можуть мати прямий вплив на ризик виникнення аварії, на наслідки аварії (серйозність) або більш опосередковано, впливаючи на індикатор ефективності безпеки. Усі елементи дорожньої системи є потенційними факторами ризику ДТП.

Сучасні моделі безпеки дорожнього руху зосереджені переважно на ризиках, тому цікавою з наукової точки зору є робота [6], в якій представлено концептуальну основу для покращення безпеки дорожнього руху та мобільності шляхом побудови моделей, які включають взаємно взаємодіючі фактори для ризику, що виникає внаслідок поведінки під час подорожі (обсяги, розподіл видів транспорту, розподіл руху в часі та просторі) та ризику виникнення аварій і травм.

Отже, етап ідентифікації ризику, який не можливий без з'ясування джерел та факторів ризику, є початковим кроком управління ризиком, що визначає якість рішень, які приймаються надалі.

Найефективнішим аналіз ризику виникнення небажаних подій у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху може бути на стадії проектування автомобільних доріг, в процесі оцінювання діяльності дорожніх організацій, під час аудиту безпеки дорожнього руху транспортної мережі, на окремій дорозі загалом або на її ділянках.

Фактори ризику ДТП, можна розділити на такі групи [7]:

1. Фактори, що впливають на рівень ризику (економічні; демографічні; заходи в галузі міського планування; фактори, що впливають на тривалість часу в дорозі або на вибір способу пересування; співвідношення високошвидкісного руху з вразливістю користувачів доріг).

2. Фактори ризику, що впливають на ймовірність потрапляння в аварію (перевищення швидкості; фізіологічні аспекти (алкогольне або наркотичне сп'яніння, втома, поганий зір

водія); водіння в темний час доби; фактори, пов'язані з транспортним засобом (несправний стан гальмівної системи, загальний технічний стан транспортного засобу, періодичність проходження технічних оглядів); недоліки у конструктивному вирішенні доріг; недостатня видимість, обумовлена станом навколишнього середовища).

3. Фактори ризику, що впливають на важкість аварії (ступінь витривалості людини; перевищення швидкісного режиму; невикористання ременів безпеки, захисних шоломів; наявність в крові алкоголю; недостатня інженерна забезпеченість дорожніх споруд).

4. Фактори ризику, які зумовлюють важкість посттравматичних ускладнень (затримки з виявленням ДТП; пожежа; витік шкідливих речовин; труднощі під час рятування людей у процесі евакуації; відсутність адекватної медичної допомоги).

Одним з інструментів для структурування факторів ризику виникнення ДТП являються класична матриця Хеддона [7, 8] та удосконалена матриця Хеддона [9], побудована відповідно до вимог ДСТУ ISO 45001:2019, які висуваються до сучасних систем управління ризиками.

Сьогодні існує багато різних підходів щодо оцінювання ризику в транспортній галузі. Зокрема, найбільш популярними є такі (рис. 1): детерміновані; стохастичні; комбіновані; експертні.

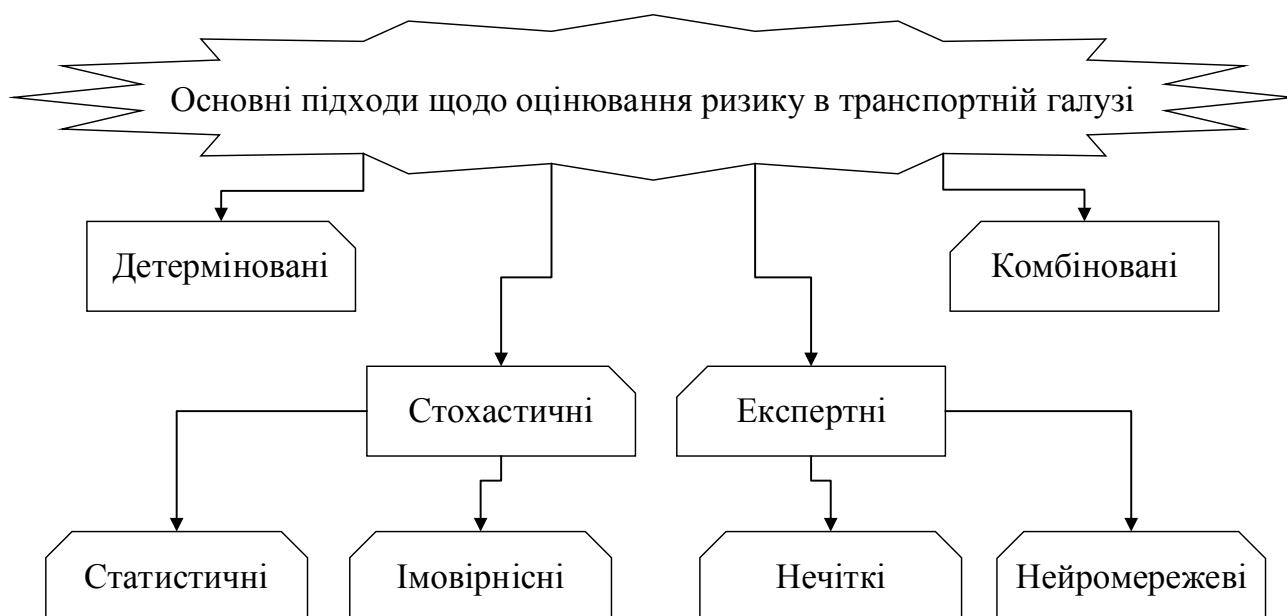


Рисунок 1 – Підходи щодо оцінювання ризику в транспортній галузі

Детермінований підхід базується на певній кількісній диференціації та розподілі аварійних ситуацій, кількості ДТП за ступенем небезпеки на категорії та класи, які визначаються за характером небезпечності процесів та кількістю загиблих і постраждалих. При цьому призначаються конкретні кількісні межі цих категорій, класів тощо. Детерміновані методи передбачають аналіз етапів розвитку дорожньо-транспортних пригод, починаючи від вихідної події через послідовність передбачуваних умов до сталого кінцевого результату.

Недоліками при використанні цих методів є:

- потенційна можливість упустити ланцюжки розвитку дорожньо-транспортних пригод, що не реалізуються, але є важливими;
- складність побудови математичних моделей достатньої адекватності;
- необхідність проведення дорогих і складних експериментів.

Стохастичний підхід є більш прогресивним і здійсненим завдяки можливості знаходження оптимального варіанта пропонуваніх рішень. Він базується на кількісній залежності між імовірністю реалізації небезпечних факторів з урахуванням захисних заходів, небезпечними факторами дорожнього середовища та матеріальною шкодою. За допомогою стохастичних методів можна знаходити оптимальні технічні рішення для конкретних об'єктів,

однак цей процес більш складний і вимагає численних додаткових відомостей (наприклад, статистичних даних про кількість ДТП для однотипних автомобілів, відомостей про надійність обладнання і систем організації дорожнього руху, статистичні дані про водіїв та їхній психологічний стан). Головним ускладненням у використанні цього підходу є необхідність урахування людського фактору і надійності системи «водій-автомобіль-дорога-середовище». Стохастичні методи аналізу ризику припускають як оцінку імовірності виникнення ДТП, так і розрахунок відносної ймовірності того або іншого шляху розвитку процесу. При цьому аналізуються розгалужені ланцюжки умов і факторів, вибирається відповідний математичний апарат і оцінюється повна імовірність ДТП. Розрахункові математичні моделі можна істотно спростити в порівнянні з детермінованими методами. Основні обмеження методу пов'язані з недостатньою статистикою за різними факторами ДТП.

Експертні методи аналізу ризиків ДТП призначені для опису нечіткої (лінгвістичної) невизначеності джерела ризику, пов'язаного з відсутністю або неповнотою інформації про процеси виникнення і розвитку аварії.

Усі методи аналізу ризиків ДТП за характером початкової і результуючої інформації класифікують на якісні і кількісні.

Реалізація кількісного аналізу ризиків ДТП потребує великого об'єму інформації щодо аварійності, обліку особливостей дорожнього руху, дорожніх та метеоумов, часу перебування людей за кермом і інших чинників. При цьому необхідна висока кваліфікація виконавців, здатних провести складні розрахунки. Однак кількісні методи оцінки ризику в деяких ситуаціях є єдино допустимими для порівняння небезпек різної природи і у процесі експертизи складних об'єктів транспортної інфраструктури [10].

Найбільш повні та об'ємні рекомендації щодо забезпечення безпеки дорожнього руху можна отримати на основі застосування якісних методів аналізу ризиків, що використовують менший об'єм інформації і витрат праці [7].

Різні методи потрібно застосовувати залежно від стадії аналізу ризику та цілей дослідження. Методи можна використовувати незалежно або на доданок один до одного. Якісні методи можуть включати кількісні критерії ризику (як правило, за експертними оцінками з використанням, наприклад, матриці «імовірність - тяжкість наслідків» ранжирування небезпеки). Повний кількісний аналіз ризику може включати всі зазначені методи або деякі з них.

Існують також інші методи, які знайшли використання в процесі аналізу ризиків на різних етапах прийняття рішень [3-7, 10]: аналіз рівнів надійності засобів захисту, загальний аналіз відмов, моделі опису наслідків, індекси небезпек, метод Маркова, метод Монте-Карло, метод Делфі, мозковий штурм, аналіз небезпечних чинників і критичних точок управління, структуровані і напівструктуровані інтерв'ю, аналіз корінної причини, мережі Бейеса тощо.

Метод Маркова базується на лінійних диференціальних рівняннях, за допомогою яких встановлюють можливі збої в системі через певний період часу.

Метод Монте-Карло ґрунтується на встановленні стохастичних параметрів, тобто на визначенні випадкових чисел. Він використовується у разі існування необхідності вибору максимальної імовірності ризику або вірогідності помилки.

Метод Делфі дозволяє зменшити розкид експертних оцінок на основі визначення зворотного зв'язку між думками експертів та кінцевими результатами досліджень.

**Висновки.** Незважаючи на велику кількість методів та алгоритмів оцінки ризику, в даний час в Україні не існує загальноприйнятих методик оцінки ризику для технологічних комплексів, зокрема і для транспортної галузі, які відповідають усім вимогам сучасного виробництва. Великим недоліком багатьох методик є те, що вони не враховують тривалість існування небезпечних факторів, а це в свою чергу не дає можливості розробляти ефективні способи запобігання випадків появи дорожньо-транспортних пригод. Впровадження системного підходу щодо управління ризиками на дорогах України забезпечить збільшення

можливостей в досягненні стратегічних цілей державної політики в сфері безпеки дорожнього руху.

#### Список використаних джерел

1. World Health Organization. Road traffic injuries. URL: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
2. Кашканов А. А., Кашканова А. А., Нахімчук А. О. Безпека руху як складова забезпечення ефективного функціонування автомобільного транспорту. *Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 24-26 жовтня 2022 року: збірник наукових праць*. Житомир: ДУЖП, 2022. С. 51-53.
3. Grandell J. *Aspects of Risk Theory*. New York-Heidelberg-Berlin: Springer-Verlag, 1992. 175 p.
4. V. Kalkis, Z. Roja. *Work environment risk factors and workers' health protection*. Riga: Elpa-2, 2001. 500 p.
5. Martensen H., Diependaele K., Daniels S., Van den Berghe W. et al. The European road safety decision support system on risks and measures. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 125, April 2019, Pages 344-351. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.005>.
6. Schepers P., Hagenzieker M., Methorst R., van Wee B., Wegman F. A conceptual framework for road safety and mobility applied to cycling safety. *Accident Analysis & Prevention*, Volume 62, January 2014, Pages 331-340. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.03.032>.
7. Ткаченко І. О. *Ризики у транспортних процесах: навчальний посібник*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 114 с.
8. Haddon, W. Jr. (1980). Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public Health Reports*, 95(5), 411-421. PMC 1422748. PMID 7422807. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1422748/>.
9. Цопа В. А., Голінько В. І., Чеберячко Ю. І., Дерюгін О. В., Архірей М. М. Використання матриці Хеддона для оцінки ризику дорожньо-транспортної пригоди. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2022. № 2(19). С. 221-233. DOI 10.36910/automash.v2i19.921.
10. Рябушенко О. В. Аналіз методів оцінки ризиків дорожньо-транспортних пригод. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2013. №38(1011). С. 191-197.

**Кашканова Анастасія Андріївна** – аспірантка кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kashkanov9a@gmail.com.

**Kashkanova Anastasia** – PhD student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kashkanov9a@gmail.com.

УДК 656.078

Кібиш Ю. В.; Мурований І. С., к.т.н., доц.

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

*Розглянуті основні проблеми розвитку виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту. Стратегії подальшого дослідження.*

*The main problems of the development of the production and technical base of road transport enterprises are considered. Strategies for further research.*

**Вступ.** В сучасних умовах перед більшістю автотранспортних підприємств (АТП) виникла проблема неефективного використання наявних ресурсів, у першу чергу, основних фондів. Надмірні резерви підприємств досягли критичного рівня і змушують АТП шукати можливі варіанти використання наявного рухомого складу та виробничо-технічної бази (ВТБ) для досягнення поставлених цілей, насамперед для отримання прибутку. Під виробничо-технічною базою розуміють сукупність приміщень, споруд, обладнання та інструмента, призначених для зберігання, технічного обслуговування, ремонту та зберігання дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, а також створення необхідних умов для високопродуктивної праці персоналу [1].

Основним завданням автомобільного транспорту під час військової агресії, та після нашої великої Перемоги є повне і якісне забезпечення пасажирських та вантажних перевезень. Важливим в цьому питанні є якісне функціонування та забезпечення виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства.

Для підтримки рухомого складу підприємства в працездатному стані ВТБ має бути оптимізована під сучасні умови праці. Сьогоднішній стан ВТБ багатьох підприємств не підлаштоване під сучасні автомобілі. Застаріле обладнання не дозволяє коректно діагностувати, обслуговувати та ремонтувати нові автомобілі. Пошук напрямів розвитку вітчизняних АТП є актуальним у зв'язку з тим, що планова економіка боролася за одне з перших місць у світі за рівнем спеціалізації виробництва і створювала величезні монопродуктові підприємства. Як відомо, стратегія розвитку – це довготривалий, якісний, визначений напрямок розвитку підприємства, спрямований на будь-який вид виробничої діяльності для максимальної реалізації можливостей підприємства та зайняття ним відповідного або запланованого становища на ринку.

Кожна стратегія поєднує певний набір варіантів розвитку, зміст яких для кожного окремого підприємства визначається під впливом факторів внутрішнього та зовнішнього середовища.

**Результати дослідження.** Основним системоутворюючим елементом автомобільного транспорту на рівні регіонів до роздержавлення були комплексні автотранспортні підприємства, тобто підприємства, які виконували транспортний процес та процеси технічного обслуговування та ремонту рухомого складу. Однією з головних проблем у функціонуванні автотранспортних підприємств, крім ресурсного забезпечення, було виведення потужностей виробничо-технічної бази АТП на оптимальний рівень. На цьому рівні досягаються мінімальні питомі витрати на обладнання та максимальне його використання, тобто мінімізуються витрати на технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів [2]. На даний час у керівників підприємств зростає розуміння важливості формування стратегії розвитку. На сьогоднішній день існує безліч варіантів змісту такого поняття як стратегія. Спочатку воно мало військове значення й означало мистецтво знаходити правильні шляхи до

досягнення перемоги. Зараз стратегію визначають як явище, процес, інструмент і т.д. Відповідно до цього, стратегія розвитку АТП – це довгостроковий, якісний, конкретний напрямок розвитку підприємства, спрямований на будь-який вид виробничої діяльності з метою максимального використання можливостей підприємства та зайняття відповідної або запланованого становища на ринку.

На основі наукових праць виділено основні проблеми:

1. Вартість основних виробничих фондів (ОВФ) підприємств автомобільного транспорту, досить висока, проте ефективність використання не завжди відповідає вартості і є досить низькою.

2. Низька механізація робіт. Ця проблема є важливою, оскільки краща механізація робіт дозволяє швидше, якісніше та зручніше для персоналу обслуговувати автомобілі.

3. Обладнання не завжди відповідає вимогам для нових автомобілів.

4. Забезпеченість професійними кадрами керівництва та майстрів. Є потреба навчання персоналу нових технологій ремонту та обслуговування. Керівні кадри не завжди компетентні і це також потребує аналізу.

5. Відсутність програмного продукту який дозволяє фіксувати та архівувати всі види робіт з автомобілями.

6. Велика частина споруд та будівель потребує ремонту, розширення та реконструкції.

В наукових працях [3-6] розглянуто фактори розвитку та оптимізації підприємств автомобільного транспорту.

На рис. 1 подано основні фактори розвитку.

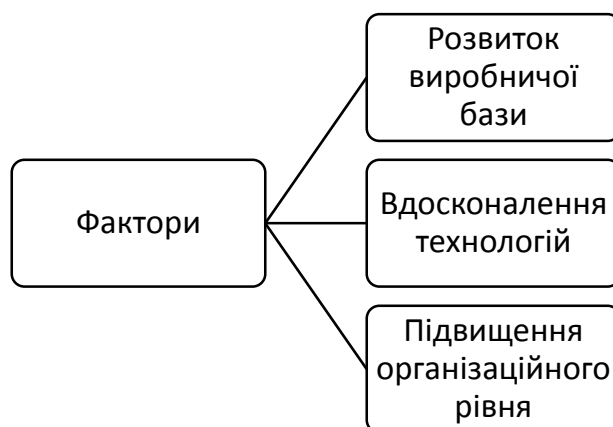


Рисунок 1 – Основні фактори розвитку

**Розвиток виробничої бази передбачає:** вдосконалення структури парку обладнання, введення нових площ, заміна застарілого обладнання, модернізація обладнання, освоєння прогресивної техніки, реалізація залишкового обладнання, збільшення спеціалізованого обладнання, укомплектування робочих місць новим інструментом.

**Вдосконалення технологій:** Конвеєризація виробництва, механізація і автоматизація, типізація технологій, уніфікація обладнання, раціональне розміщення обладнання, централізація виробництва, розширення прогресивної технології, використання поточних методів, використання нових матеріалів.

**Підвищення організаційного рівня:** вдосконалення організації виробництва, організація праці робочих, корекція норм та нормативів, аналіз допоміжного виробництва, підвищення якості ТО та ПР, заміна застарілого обладнання, вдосконалення обліку та звітності, розширення виробничого кооперування, скорочення втрат часу.

Таким чином, на ВТБ впливають такі основні фактори: виробничі будівлі; технологічне обладнання; рівень технології ТО і ремонту; форми організації та керування.

В науковій праці [5] наведено алгоритм формування стратегії розвитку ВТБ.

На рис. 2 подано алгоритм формування стратегії розвитку ВТБ.

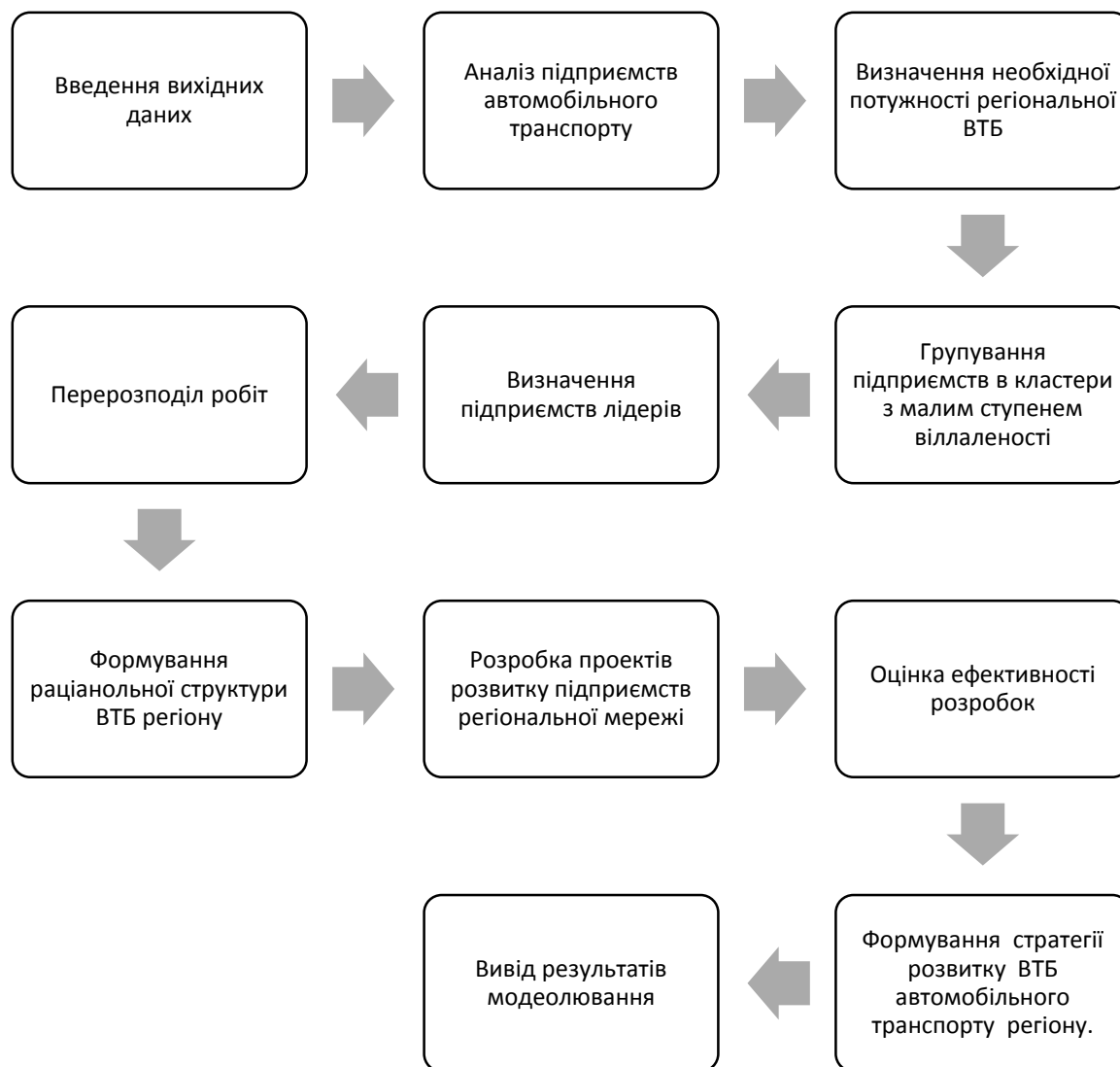


Рисунок 2 – Алгоритм формування стратегії розвитку ВТБ.

Оцінку ефективності ВТБ автомобільного транспорту потрібно виконувати за економічними та технічними показниками. Економічні показники являють собою структуру і обсяг витрат на підтримку працездатності рухомого складу, та прибуток від надання послуг.

Технічні показники рівень забезпеченості ВТБ, наявність та стан технологічного обладнання, рівень технології, коефіцієнт технічної готовності, та інше.

Також поспілкувавшись з персоналом декількох підприємств стало зрозуміло що потрібно проводити роботу по додатковому навчанню працівників нових технологій та заохочувати разовими преміями або іншими видами заохочення.

**Висновок.** Проаналізувавши дані які було досліджено, поспілкувавшись з персоналом декількох підприємств можна прийти до висновку що для покращення надання послуг пасажирських та вантажних перевезень. Потрібно і надалі більш детально досліджувати проблеми розвитку ВТБ автомобільного транспорту. Провести розрахунки на декількох підприємствах. Розробити стратегії розвитку ВТБ, та практично їх застосувати. Також є сенс спілкування з персоналом, щоб зрозуміти як оптимізувати роботу підприємства для більш ефективної праці.



### Список використаних джерел

1. Біліченко В.В., Романюк С.О. Методика визначення інноваційного рівня виробничо-технічної бази автотранспортного підприємства [http://www.rusnauka.com/20\\_AND\\_2009/Tecnic/49220.doc.htm](http://www.rusnauka.com/20_AND_2009/Tecnic/49220.doc.htm)
2. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: [монографія] / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 176 с
3. В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНА БАЗА ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ. Навчальний посібник.
4. Чабанний В. Я., проф., канд. техн. наук, І.М. Осипов, доц., канд. техн. наук <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1670/1/18.pdf>
5. Смирнов Є.В., Огневий В.О., Алгоритм Формування Стратегії Розвитку Виробничо-Технічної Базы Автомобільного Транспорту Регіону <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/65.pdf>
6. Плохотнюк П. В. Аналіз сучасного стану проблеми Функціонування виробничо-технічної бази Підприємств автомобільного транспорту <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2014/inmt/txt/Plokhotniuk.pdf>

**Кібіш Юрій Вікторович** – студент групи АТм-11, факультет транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет, e-mail: [kibisurij@gmail.com](mailto:kibisurij@gmail.com)

**Мурований Ігор Сергійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: [Igor\\_Lntu@ukr.net](mailto:Igor_Lntu@ukr.net).

**Kibysh Yury** - student of the ATm-11 group, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: [kibisurij@gmail.com](mailto:kibisurij@gmail.com).

**Murovaniy Igor** – Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: [Igor\\_Lntu@ukr.net](mailto:Igor_Lntu@ukr.net).

УДК 629.3

Кіхтан А. В.; Крайник Л. В., д.т.н., проф.

## ФОРМУВАННЯ СХЕМИ ГІБРИДНОГО ПРИВОДУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОТЕХНІКИ ВИСОКОЇ ПРОХІДНОСТІ

*Гібридний привід стає уже одним з серійних елементів нового, 4-го покоління колісної та гусеничної військової автотехніки (ВАТ). Однак як умови використання (бездоріжжя) так і цільові пріоритети використання гібридного приводу (мінімізація локації переміщення тепловізорами ворога) кардинально відрізняються від уже звичних гібридних автомобілів загального призначення. Відповідно це накладає визначальний вплив на схеми та технічні характеристики приводу, що тільки зараз приймається на озброєння, з значним запізненням у порівнянні з звичними гібридними автомобілями. Обмеженість інформації у загальнодоступних джерелах власне щодо схем та технічних характеристик гібридного приводу ВАТ обумовила і розгляд та аналіз доступних патентів у цій сфері провідних виробників автотехніки, а також публікацій щодо випробувань та оцінки ефективності конкретних моделей. Відповідно опрацьовано два варіанти схем приводу для перспективних зразків вітчизняної ВАТ, що є актуальною і для аграрного та інших секторів економіки.*

*The hybrid drive is already one of the serial elements of the new, 4th generation of wheeled and tracked military vehicles (VAT). However, both the conditions of use (off-road) and the target priorities of using a hybrid drive (minimizing the location of movement by the enemy's thermal imagers) are radically different from the already familiar general-purpose hybrid cars. Accordingly, this imposes a decisive influence on the schemes and technical characteristics of the drive, which is only now being adopted, with a significant delay compared to the usual hybrid cars. The limited information in publicly available sources regarding the schemes and technical characteristics of the hybrid drive of JSC caused the consideration and analysis of available patents in this field of the leading manufacturers of automotive equipment, as well as publications on tests and evaluation of the efficiency of specific models. Accordingly, two versions of the drive schemes for promising models of the domestic OJSC, which are also relevant for the agricultural and other sectors of the economy, have been worked out.*

**Актуальність теми.** Роботи по гібридному приводу військової автотехніки (ВАТ) провідними виробниками були розпочаті практично одночасно з роботами по автотехніці загального призначення, однак практична реалізація машин з гібридним приводом у військах тільки розпочинається, з значним, 12-15 річним запізненням, що обумовлено як суттєво іншими умовами використання (насамперед бездоріжжя і максимальна мобільність руху) так і іншими цільовими пріоритетами [1-3 і інш.]. Зокрема це насамперед забезпечення руху (у т.ч. бездоріжжям, форсування водних перешкод, круті ґрунтові/піщані підйоми і т.п.) тільки на електротязі, звично на обмеженій дистанції, що обумовлено умовою мінімізації локації руху машини тепловізорами противника. Окрім цього це можливості забезпечення підзарядки акумуляторних батарей тільки двигуном внутрішнього згоряння в польових умовах відсутності електромереж, а також, аналогічно, як джерело електропостачання для систем зв'язку та інших споживачів. Окрім цього, віднедавна і підвищення живучості, здатності принаймні обмеженого переміщення машини після отриманих пошкоджень систем і агрегатів приводу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори.** Дослідження у сфері гібридного приводу автомобілів загального призначення сконцентровані насамперед на забезпеченні максимальної енергоефективності – зменшенні споживання моторного палива та, відповідно, викидів токсичних компонентів у відпрацьованих газах, як основних чинників

впровадження і розвитку цього типу силового приводу [4-6]. Пріоритети використання цього приводу у ВАТ однак, як зазначено вище, суттєво відрізняються, що обумовлює і відповідні зміни у методології як конструктивного синтезу, так і визначенню базових технічних характеристик приводу [1, 2, 7-9]. Разом з тим, як у інформаційних матеріалах фірм-виробників та державних агенцій з розвитку озброєння та військової техніки провідних країн НАТО, що фінансують розробки ВАТ з гібридним приводом відсутня, в силу зрозумілих причин, інформація щодо конкретної схеми самого приводу та технічних характеристик. (Як от приклад інформаційні матеріали по уже віднедавна прийнятих на озброєння машин з гібридним приводом у найбільш чисельною в структурі сучасного парку ВАТ категорії – Oshkosh – eJLTV у США [10] та Scarabeu у Франції [11]). Згідно [12] схема приводу Oshkosh – eJLTV є оригінальною і патентно захищеною. Власне аналіз доступних патентів автовиробників щодо схем гібридного приводу і є основою для опрацювання відповідних рішень щодо конструктивного синтезу перспективної вітчизняної розробки.

**Метою статті** є опрацювання схем гібридного приводу для перспективної ВАТ вітчизняного виробництва на основі аналізу сфери та умов використання і дотримання патентної чистоти розробки.

**Викладення основного матеріалу.** З вищевикладеного практично випливає, що звична для легкових автомобілів та повнопривідних кросоверів загального призначення паралельна схема гібридного приводу є недостатньо ефективною власне з умови необхідної мобільності руху важким бездоріжжям тільки на електротязі з вищезазначених умов. Проведений порівняльний аналіз схем приводу серійних автомобілів/кросоверів та автобусів [7] дозволяє констатувати сприйнятність використання схеми приводу Toyota Prius, як проміжного етапу в конструкції легкого ударного автомобіля переднього краю – військового баггі ТУР КВ 02 «Мамай» (в умовах нагальної потреби військових на фронті і наданого Toyota вільного доступу до власних запатентованих схем приводу). Однак для перспективних повнопривідних моделей ВАТ вітчизняного виробництва для ЗСУ, насамперед машин важчих класів, природно ця схема є недостатньою.

Важке бездоріжжя, чорноземи, в умовах відлиги чи тривалих дощів обумовлюють доцільність і варіанту змішаної схеми приводу (mish-hybrid) з одночасним використанням двигуна внутрішнього згоряння та тягового електродвигуна для приводу ведучих коліс. У цьому плані практичний інтерес представляє аналіз відомих запатентованих рішень провідних автовиробників, які можна вирізнити на декілька підвидів.

Зокрема ця ж схема Toyota Prius (патент EP 2743114A1 від 14.12.2012р.), рис. 1, належить до схем змішаного силового потоку з можливістю одночасного використання тяги електродвигуна і двигуна внутрішнього згоряння (двз)з приводом через одинарний планетарний ряд (так зв. схема 1-Mode). Практично за подібною схемою є і розробка Ford (патент EP 2067646 від 04.12.2007р.). Однак обидві схеми опрацьовані під монопривід – одну ведучу вісь, що допустимо з умов прохідності для надлегких автомобілів – баггі задне моторної компоновки, але не адаптується в існуючому виконанні під повний привід. Звично, що на базі схем типу 1 Mode можна опрацювати відповідні зміни під повний привід (бажано з заміною ланцюгової передачі від планетарного ряду, як критичної ланки, на шестеренчасту при використанні двигунів більшої потужності) з виходом на роздавальну коробку, однак залишається проблемою перехід приводу на послідовну (seriell) схему, що теж необхідна для військової сфери використання цих машин.

У цьому плані більш перспективною виглядає схема з 2 планетарними рядами (так зв. схема 2 Mode) – розробка Daimler / Chrysler (патент EP 2616712A1 від 15.09.2010р.), рис. 3. У даному випадку другий планетарний ряд 5 використовується з здвоєним фрикційним зчепленням 81, 82 для синхронізації роботи двигуна внутрішнього згоряння 1 з електродвигунами у зоні наднизьких та високих частот обертання. Однак схема здвоєного планетарного ряду потенційно (при відповідних змінах структури приводу) дає можливість реалізації і щодо колісної схеми повного приводу. Проблемною залишається зміна структури

під перехід на схему послідовного приводу з режимом руху на електротязі при не працюючому двигуні внутрішнього згоряння.

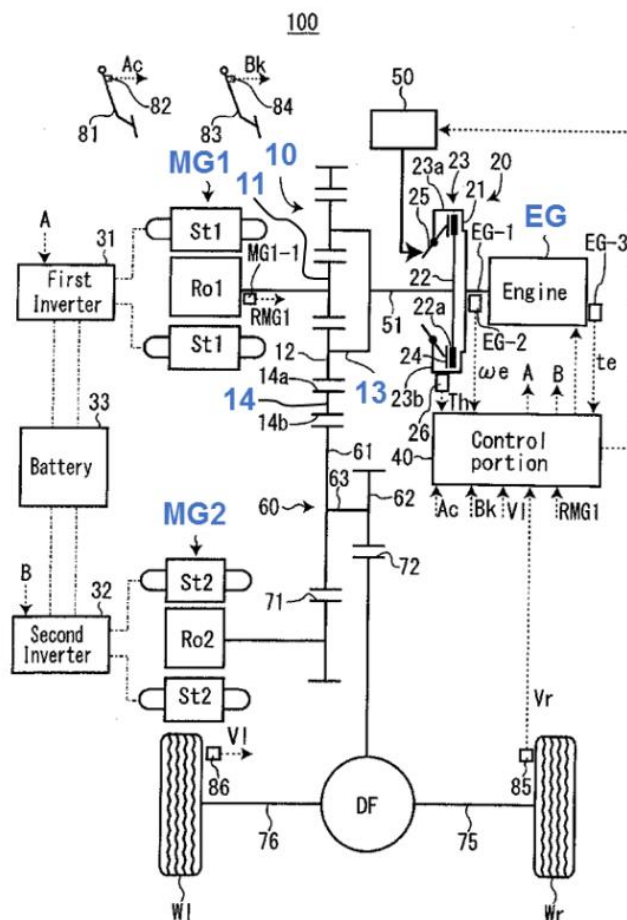


Рисунок 1 - Схема змішаного приводу Toyota/Aisin (пат. EP 2743114A1)

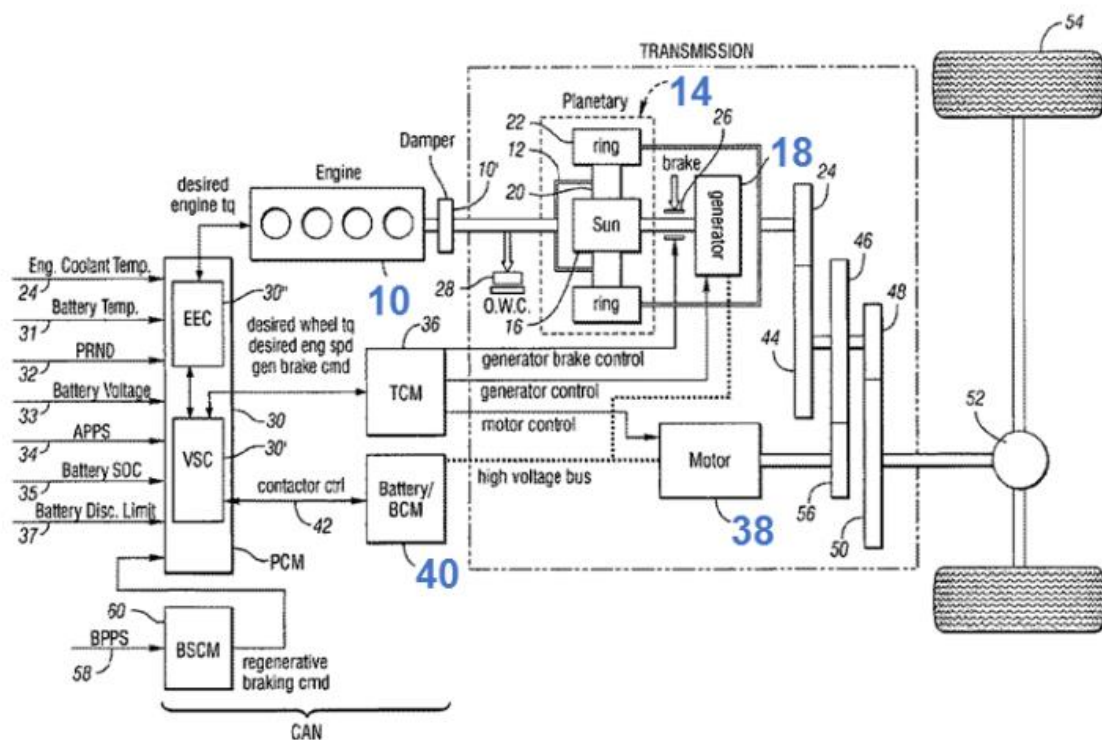


Рисунок 2 - Схема гібридного змішаного приводу Ford (пат. EP 2067646A1)

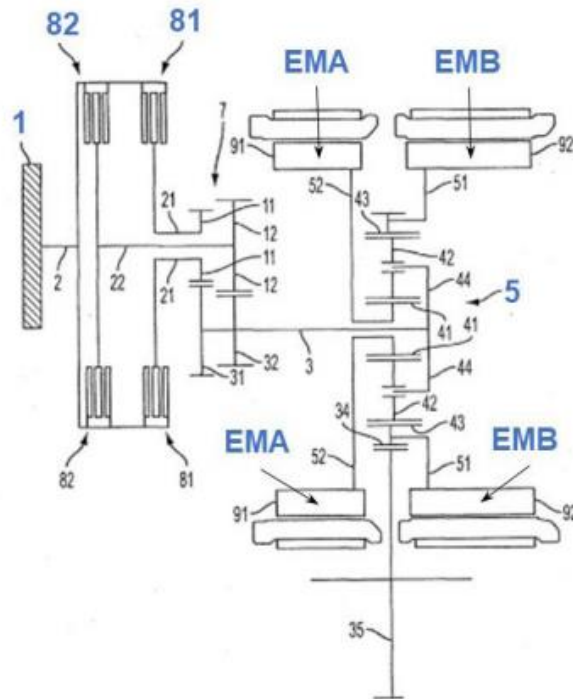


Рисунок 3 - Схема приводу типу 2 Mode Daimler/Chrysler (EP 2616712A1)

Проблему переходу від змішаної до послідовної схем приводу практично усувається, якщо суміщення роботи двигуна внутрішнього згоряння і тягового електродвигуна здійснюється не через планетарні механізми, а через фрикційне зчеплення при послідовному розміщенні агрегатів приводу. (Зчеплення, однак, при послідовній схемі приводу має бути постійно вимкнуте, що не є звичним режимом роботи для класичної автомобільної конструкції). Окрім цього проблемною залишається суміщення/ синхронізація частот обертання валів двз та електродвигуна в зоні менше 700-800 об/хв (неробоча для двз), актуальних для руху бездоріжжям на малих швидкостях (при відсутності коробки передач для двз). Відповідно серійно реалізована схема суміщення послідовної і змішаної схем приводу (parallel-seriell hybrid) дозволяє перехід на підключення двз до приводу коліс тільки у зоні високих швидкостей руху, рис.4 (патент EP 2944496A1 від 11.01.2013р.).

Серійно реалізована схема суміщення послідовної і змішаної схем приводу (Parallel-Seriell- Hybrid) дозволяє перехід на підключення двз до приводу коліс тільки у зоні високих швидкостей, рис.4 (патент EP 2944495A1 від 11.01.2013р.). Практично ця ж схема реалізована і у іншій розробці Honda – патент EP 2792540A1 від 12.12.2011р. – з відмінністю підключення двз уже через муфту вільного ходу замість зчеплення, що покращило синхронізацію частот обертання обох двигунів при підключенні знову ж таки у зоні 5 - і передач на змішану схему приводу для забезпечення задекларованих максимальних швидкостей руху при недостатній для цього потужності електродвигуна. Для реалізації такої схеми підключення (уже через фрикціон з управлінням від водія) для проїзду важким бездоріжжям з умов забезпечення достатньої тяги двз очевидно необхідно додатковий понижуючий редуктор (з врахуванням передавального числа понижуючої передачі роздавальної коробки) з виходом на первинний вал роздавальної коробки.

Патентні та промислові розробки інших автовиробників у сфері змішаної схеми приводу зконцентровані у конструкціях роздільного приводу осей (combined axle)– однієї осі від тягового електродвигуна, іншої – від двз, з трансмісією та генератором. Відповідно це забезпечує рух як окремо – тільки від електродвигуна чи тільки від двз, так і спільно – при синхронізованій одночасній роботі обох двигунів і фактично переходу на повний привід. Зокрема це конструкції Peugeot-Citroen ( пат. EP 3312036F1 від 19.10.2016р.), а ще раніше

Nissan ( пат. EP 1342610A1 від 04.03.2002 р.) та Audi/ VW – як так званий «лектрокардан повного приводу» (пат. EP 3383685A1 від 04.12.2015р.). Окремо слід виділити Mishubishi – патенти EP 3296134 від 15.09.2016р., EP 3453551A1 від 13.06.2016р. та EP 3238971A1), а також Honda ( EP 3085593A1 від 17.12.2013р., EP 3437909A1 від 29.03.2016р. та EP 3480492A1 від 30.06.2016р. Разом з тим схеми combined – axle не позбавлені змісту для використання (з так зв. „версії з електрокарданом”) для реалізації повного приводу на легких ударних баггі ТУР КВ 02Н „Мамай” (АТ «Укравтобуспром») на модифікації з гібридним приводом на базі Toyota Prius III та базовим приводом на задню вісь [7].

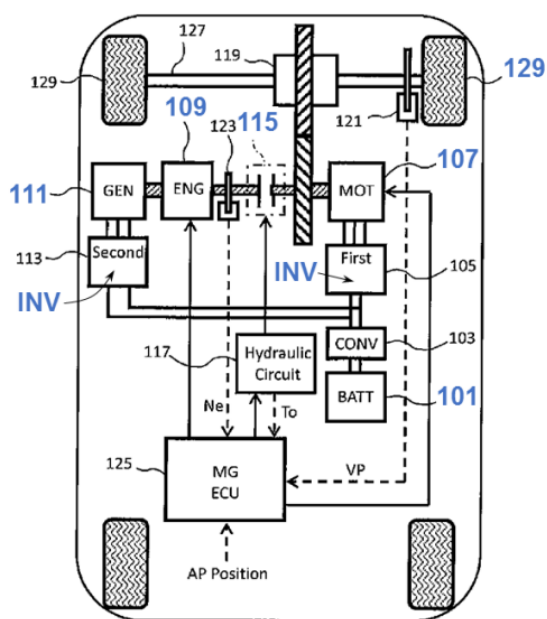


Рисунок 4 - Схема гібридного приводу Honda (пат. EP 2944495A1)

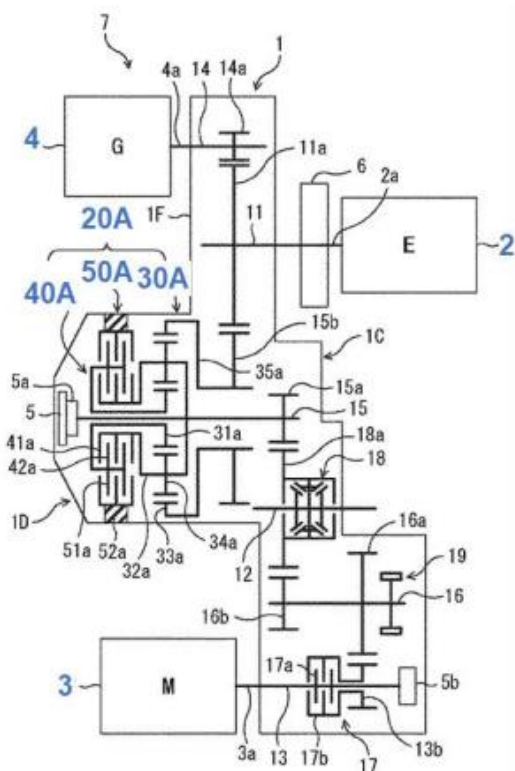


Рисунок 5- Схема приводу Mitsubishi (пат. EP 3453551A1)

Практичний інтерес представляє доступна інформація щодо схеми гібридного приводу популярних і у військовій сфері баггі Polaris – з можливістю підключення двз (через редуктор) до приводу задньої осі, рис. 6 [7]. Базовий режим роботи приводу – за послідовною схемою з роздавальною коробкою приводу обох осей.

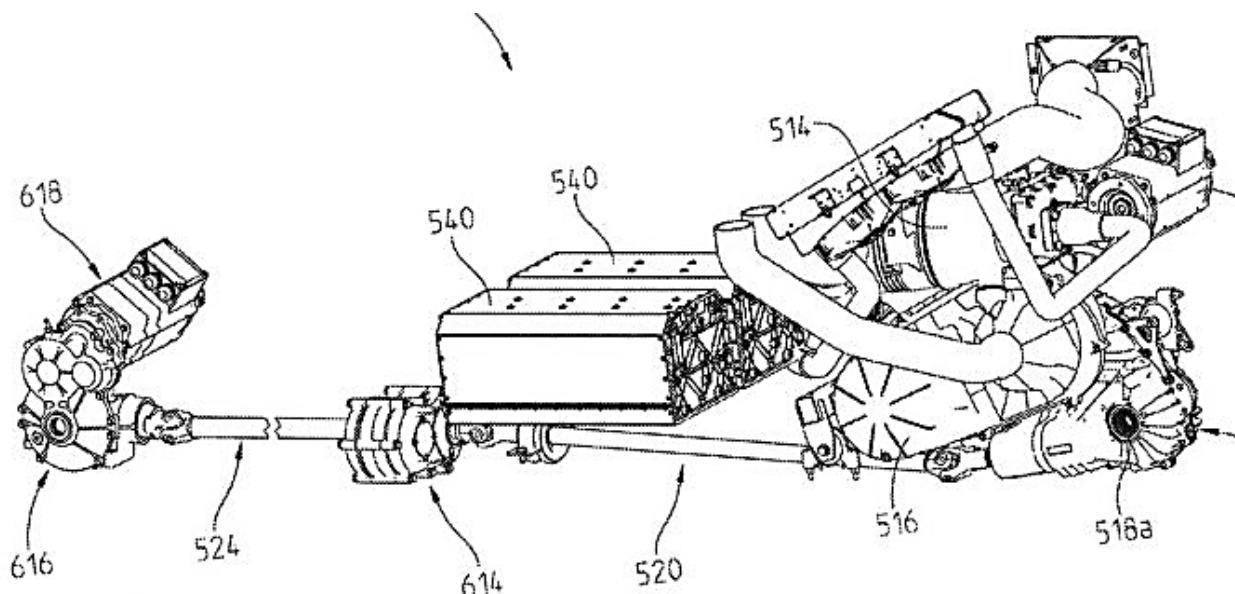


Рисунок 6 - Схема компоновки гібридного приводу баггі Polaris (пат. USA 20170355259A1)

З огляду і аналізу відкритих публікацій у сфері військової авто техніки [1,2, 8-17] очевидно, що конструктивний синтез схем гібридного приводу повнопривідних автомобілів для бездоріжжя впродовж останніх 15-18 років – від початку формування тактико-технічних вимог відповідними державними установами у США, Франції, Великобританії до прийняття на озброєння перших машин у 2021-22 роках [11,10] – обумовив докорінні відмінності від уже звичних і давно реалізованих у виробництві гібридних автомобілів загального призначення. Зокрема:

- в основу схем гібридного приводу ВАТ покладена послідовна (seriell) з можливістю автономного руху бездоріжжям на певні дистанції при непрацюючому двигуні внутрішнього згоряння [1,8,9,13];

- стала тенденція використання оригінальних, запатентованих схем поєднання схем типу seriell з можливістю переходу на комбіновану, змішану (mish-hybrid), що суттєво відрізняються за цільовим використанням у порівнянні з автомобілями загального призначення [9, 12, 14];

- потужності двигунів і ємність батарей представлених зразків ВАТ з гібридним приводом є суттєво, у 2,5-4 рази, більшими [2, 10,11,17] у порівнянні з аналогічними щодо повної маси гібридними автомобілями загального призначення;

- підвищена потужність генератора з умов більш швидкої зарядки акумуляторів, значно більшого споживання електроенергії військовим обладнання, що встановлюється на колісні машини у цій сфері, а також використання машини з гібридним приводом як джерела електроенергії іншим споживачам у польових умовах [3,13.14,16].

Вищевикладене, поряд з повним приводом і двоступеневою роздавальною коробкою, і обумовлює опрацювання оригінальних схем гібридного приводу, у т.ч. і з умов патентної чистоти, як передумови промислової реалізації. В основу останньої, враховуючи реалії сучасної ситуації, покладено 2 етапи: доопрацювання і випуск промислової партії легких ударних автомобілів – баггі (тип KB 02H «Мамай» з використанням видозміненої схеми combined-axle – з приводом задньої осі за схемою mish-hybrid 1 mode – Toyota Prius III та установкою приводу передньої осі окремим електродвигуном з електронною синхронізацією

частот обертання з тяговим електродвигуном задньої осі (е-кардан). Toyota надано вільний доступ до використання розробок/патентів у сфері гібридного приводу, у МВС України накопичено сотні пошкоджених автомобілів Toyota Prius III, з яких можна використати певну кількість систем приводу (очевидно з доукомплектуванням новими батареями більшої ємності та необхідних змін в системі управління приводу – з умов синхронізації роботи обидвох електродвигунів); паралельно, насамперед на основі набутого досвіду експлуатації, опрацювання (включно патентування) схем приводу типу seriell-mish hybrid з паралельною оцінкою ефективності методами імітаційного моделювання у програмному середовищі Matlab Simulink на базі відповідного розвитку напрацювань щодо руху бездоріжжям повнопривідної ВАТ з двз [18].

**Висновки.** Очевидна актуальність і потреба в оновленні застарілого автопарку повнопривідних автомобілів України та організації власного виробництва мало- і середньотонажної техніки обумовлюють практичну значимість конструктивного синтезу гібридного приводу, що здійснюється у співпраці з АТ „Укравтобуспром”, та стає обов’язковою складовою парку ВАТ НАТО у процесі поточного переходу на нове покоління колісної авто техніки. Існуючий промисловий потенціал України дозволяє максимально локалізувати виробництво базових агрегатів гібридного приводу нових зразків ВАТ, включно електродвигуни та генератори, інвертори, у перспективі, при відповідній підтримці держави двох державних підприємств – і дизельних двигунів за програмою «Слобожанський дизель»).

Критичним імпортом залишаються тільки літій-іонні батареї (чи паливні елементи або суперконденсатори, що теж розглядаються як альтернатива батареям щодо ВАТ [17]), найбільші європейські поклади складових елементів яких є власне в Україні. Враховуючи інтенсивність розгортання робіт за бюджетними замовленнями по «гібридизації» ВАТ уже не тільки у НАТО, але і у РФ, КНР, Індії, Кореї, Японії та життєву необхідність для України розвитку сучасних сил оборони актуальність робіт у цій сфері очевидна.

#### Список використаних джерел

1. Kramer D., Parker G. Current State of Military Hybrid Vehicle Development/ International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, 2011, 3(4). - pp.369-387
2. Giesbrecht J. Feasibility of Hybrid Diesel-Electric Powertrains for Light Tactical vehicles./ Defence Research and Development Canada DRDC-2018-D049, June 2018. – 21p. [Електронний ресурс ] [http:// cradpdf.drdc-rddc.ca>PDF>unc319/](http://cradpdf.drdc-rddc.ca>PDF>unc319/)
3. Army hybrid vehicles power forward. 21 July 2021.[Електронний ресурс] [https:// www.army.mod.uk> news>2021/077 army-hybrid-vehicles-power-forward](https://www.army.mod.uk>news>2021/077 army-hybrid-vehicles-power-forward).
4. Elسانی M., Cіao J., Giay S.E., Emadi A. Modern Electric, Hybrid-Electric and Fuel Cell Vehicles. Fundamental, Theory and Design / CRC Press, New-York, 2005. – 589p.
5. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.В. Смірнов, С.А. Серіков, А.В.Гнатов, А.В. Колесніков, під ред. О.В.Бажинова // Харків, ХНАДУ, 2008.-327 с.
6. Chris Mr., Masrer A.,Guo D.W. Hybridfahrzeuge.Grundlage und Anwendungen mit Perspektiven fuer die Praxis / Viebex-VCH Verlag, Weinbad, 2014.- 512 S.
7. Крайник Л.В., Кіхтан А.В., Кохан В.Ф., Волощук М.Я. Концептуальні основи формування гібридного приводу автомобіля високої прохідності / Військово-технічний збірник, № 27, 2022, НАСВ ім. гетьмана П.Сагайдачного – С.10-18
8. Krause M. Hybridantriebe fuer Militaer-Fahrzeuge.29.05.2022.[Електронний ресурс] <https://aetrans.de/hybridantiebe-fuer-militaerfahrzeuge>.
9. Dong Hwan Choi, Seong Jun Lee,Bo-Hyung Cho, Yeo Giel Yoon. Development of DesignTool for Hybrid Power Systems of Hybrid Eletric Military Combat Vehicles. [Електронний ресурс] <https://www.iri.upc.edu>VPPC10>uploads>PDF>paper>95-69838-final>
10. Oshkosh Defense Hybrid Elecytic JLTV (eJLTV).. [Електронний ресурс] <https://oshkoshdefense.com.>vehicle>



11. Scarabee [Електронний ресурс]:<https://www.arquus-defense.com>our-armored-vehicle-scarabee>
12. Frank D. Neue Patente fuer das eJLTV.[Електронний ресурс] <https://www.behoerden-spiegel.de/2022/09/09/neue-patente-fuer-das-ejltv>
13. Khalil G., Danielson E., Barshaw E., Chait M. Power Supply and Integration in Future Combat Vehicles [Електронний ресурс] <https://www/sto.nato.int/publications/STO%962520Meeting%062520Proceedings/R>
14. Chris Mr., Masrar A. Hybrid Electric Vehicles: Principles and Application with Practical HEV Application for Military Vehicles/ 2017 [Електронний ресурс]:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10/1002/9781118970553>
15. Rizzo D.M. Military Vehicle Optimization and Control. Dissertation, Michigan TU, 2014 [Електронний ресурс] <https://doi.org/10.37099/mtu..dc.etsds>
16. Hybridization of US Army Combat Vehicles. Technical Paper SAE 2022-01-0371/29.03.2022 [Електронний ресурс] <https://sae.org.>technicalpapers>content>
17. Liu Z., Marmun A.-M., Rizzo D., Onori S. Combined Battery Design Optimization and Energy Management of a Series Hybrid Military Truck [Електронний ресурс] <https://rangea.stanford.edu/ERE/pdf/OnoriPDF/Journals/32.pdf>
18. Грубель М.Г., Крайник Л.В., Хома В.В. Імітаційне моделювання руху колісної військової автомобільної техніки бездоріжжям та оцінка його адекватності/ Автошляховик України, №2 (262), 2020. – С. 21-28

**Кіхтан Андрій Володимирович** – аспірант Львівського національного університету природокористування.

**Крайник Любомир Васильович** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і тракторів Львівського національного університету природокористування.

**Andrii Kikhtan** - a graduate student of the Lviv National University of Nature Management.

**Lyubomyr Kraynyk** - doctor of technical sciences, professor, professor of the department of cars and tractors of the Lviv National University of Nature Management.

УДК 614.846.63

Коваленко Р. І., к.т.н.

## РОЗРОБКА ОСНОВНИХ ВИМОГ ДО ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

*Розроблено вимоги, які висуваються до пожежних автоцистерн, котрі перебувають на оснащених аварійно-рятувальних формувань міських населених пунктів в умовах воєнного стану для забезпечення ефективного реагування підрозділів на небезпечні події, що пов'язані з пожежами.*

*The requirements for fire trucks, which are equipped with emergency and rescue formations of urban settlements under martial law, have been developed to ensure the effective response of units to dangerous events related to fires.*

**Вступ.** Процес реагування підрозділів аварійно-рятувальних формувань міських населених пунктів до введення воєнного стану і в умовах його введення відрізняється. В умовах введення воєнного стану під час обстрілів населених пунктів ворожими військами відбувається руйнування об'єктів критичної інфраструктури, що порушує роботу зовнішнього протипожежного водопроводу, а також трапляються руйнування дорожнього полотна. Названі чинники значно ускладнюють процес реагування підрозділів аварійно-рятувальних формувань на небезпечні події, зокрема, ті які пов'язані з пожежами. Для успішного гасіння пожеж підрозділи аварійно-рятувальних формувань повинні оснащуватися пожежними автоцистернами, які мають бути максимально пристосованими до оперативної обстановки, яка склалася. В іншому випадку це може спричинити збільшення збитків від пожеж, а також кількість травмованих і загиблих. Відповідно актуальною є розробка основних вимог до пожежних автоцистерн, які експлуатуються в умовах воєнного стану для забезпечення високого рівня готовності аварійно-рятувальних формувань до покладених на них завдань.

**Аналіз літературних даних і постановка проблеми.** В роботі [1] пропонується виконувати оснащення аварійно-рятувальних формувань пожежними автоцистернами залежно від кількості пожеж за рік у відповідному населеному пункті. При цьому, вимоги до конструкції пожежних автоцистерн в цій роботі не розглядалися.

В роботі [2] розглядаються тенденції розвитку пожежно-рятувальної техніки в Північній Америці. Підходи до компонування пожежно-рятувальної техніки, яка експлуатується в містах і в сільській місцевості відрізняється. Загалом серед тенденцій розвитку пожежно-рятувальної техніки виділяють широке застосування принципів модульності, максимальну уніфікацію компонентів шасі та агрегатів протипожежного призначення, індивідуальний підхід до бажань замовників, мінімізацію негативного впливу на довкілля, модернізацію технічно застарілих зразків техніки, забезпечення високого рівня безпеки для особового складу та виготовлення надбудов з дорогих та якісних матеріалів.

В роботі [3] розглянуто концепцію виготовлення пожежно-рятувальної техніки 3-го покоління, яка оснащується високоефективними приладами гасіння. Ці прилади дозволяють подавати дрібно розпилені струмені водомістких вогнегасних речовин з додаванням стисненого газу. Застосування цих машин може бути ефективним для гасіння пожеж житлових будинків, нафтохімічних підприємств, підземних споруд, літаків та інших об'єктів. В умовах воєнного стану можуть виникнути проблеми із експлуатацією названої пожежно-рятувальної техніки 3-го покоління, що в цьому дослідженні не розглядається.

Отже, особливості експлуатації протипожежної техніки в умовах дії воєнного стану залишаються не розглянутими, що не дозволяє сформулювати основні вимоги, які

висуваються до пожежних автоцистерн для підвищення ефективності реагування аварійно-рятувальних формувань на небезпечні події, котрі пов'язані з пожежами.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є формування основних вимог до конструкції пожежних автоцистерн, які експлуатуються в умовах воєнного стану для підвищення ефективності реагування аварійно-рятувальних формувань на небезпечні події, котрі пов'язані з пожежами.

Для досягнення мети роботи були поставлені завдання:

- дослідити процес пожежогасіння до якого залучаються підрозділи аварійно-рятувальних формувань в умовах воєнного стану;
- розробити вимоги, які висуваються до пожежних автоцистерн під час їх експлуатації в умовах воєнного стану.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для формування основних вимог, які висуваються до пожежних автоцистерн в умовах воєнного стану було проведено дослідження оперативного функціонування аварійно-рятувальних формувань міських населених пунктів Харківської області у 2021 та 2022 році. Встановлено, що час обслуговування викликів, які пов'язані з гасінням пожеж перевищує одну годину. Ліквідація більшості пожеж відбувалася без встановлення пожежної автоцистерни на вододжерело (рис. 4), тобто важливе значення має об'єм цистерни для води. В мирний час розглядалися концепції використання малогабаритних пожежних автоцистерн з невеликими запасами вогнегасних речовин з метою мінімізації часу прибуття підрозділів аварійно-рятувальних формувань до місця виклику в міських населених пунктах, які характеризуються щільною забудовою. В цьому випадку основний розрахунок був на використання зовнішнього протипожежного водопроводу. Як виявилось, в умовах воєнного стану, коли відбувається руйнування зовнішнього протипожежного водопроводу та порушення в роботі насосних станцій використовується переважно запас води з ємностей пожежних автоцистерн.

В умовах воєнного стану порівняно з періодом до його введення збільшився відсоток випадків використання природних та штучних вододжерел під час гасіння пожеж. За вказаних умов шасі на базі, яких побудовані пожежні автоцистерни повинні мати високу прохідність для можливості під'їзду до природних та штучних вододжерел з метою заповнення ємностей для зберігання вогнегасних речовин водою.



Рисунок 1 – Частота використання джерел водопостачання під час гасіння пожеж у відсотках

Через відсутність електропостачання та газопостачання в підрозділах виникають проблеми із підтриманням необхідної температури повітря в гаражах де зберігаються пожежні автоцистерни, яка повинна бути не менше + 10 °С. За цих умов в конструкції пожежних

автоцистерн повинні бути передбачені технічні рішення, які дозволяють запобігти замерзанню вогнегасних речовин в ємностях для їх зберігання при мінусових температурах повітря.

У зв'язку з тим, що пожежні автоцистерни комплектуються пожежними насосами, які використовуються для подавання вогнегасних речовин необхідно також сформулювати вимоги і до них.

Однією із вимог є можливість забирання води з природних та штучних вододжерел, бо деякі із сучасних моделей пожежних насосів до цього не пристосовані. Для визначення робочого тиску, який повинен створювати пожежний насос було досліджено статистичні дані щодо поверхів на яких відбувалися пожежі в будинках та спорудах житлового призначення.

Переважно гасіння пожеж відбувалося в будинках, які мали поверховість не більше 16 поверхів. Шляхом проведення розрахунку було встановлено, що для забезпечення необхідного робочого тиску води у ручному пожежному стволі при встановленні пожежної автоцистерни на відстані не більше 40 м від будинку та подачі води до 16 поверху пожежний насос повинен створювати робочий тиск не менше 11 бар.

З проведеного аналізу оперативних дій підрозділів під час гасіння пожеж в будинках та спорудах житлового призначення встановлено, що у переважній більшості випадків витрати води не перевищують 12 л/с. Для інших об'єктів ці витрати можуть бути дещо більшими але переважно не перевищують 20 л/с. Враховуючи також можливі об'ємні витрати води через нещільності в умовах гасіння пожеж в населених пунктах достатньо пожежного насоса з характеристикою по подачі до 30 л/с.

Від встановлених характеристик насоса буде залежати і конструкція додаткової трансмісії, яка призначена для передачі обертового моменту від двигуна до робочого валу пожежного насоса.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Таким чином, у роботі були сформовані основні вимоги до пожежних автоцистерн, які експлуатуються в умовах воєнного стану, а саме: вони повинні бути побудовані на базі повнопривідних шасі; ємності для зберігання вогнегасних речовин повинні мати значні об'єми; повинні бути передбачені технічні рішення, які дозволяють запобігти замерзанню вогнегасних речовин в ємностях для їх зберігання при мінусових температурах повітря; пожежний насос, який встановлюють на пожежні автоцистерни повинен забезпечувати подачу води не менше 30 л/с і створювати робочий тиск не менше 11 бар, а також бути пристосованим для забирання води з природних та штучних вододжерел. В подальшому планується розробити організаційні та технічні рішення, які дозволять забезпечити цілісність протипожежної техніки під час її зберігання та оперативного застосування в умовах воєнного стану і ризику обстрілу територій.

#### Список використаних джерел

1. Ніжник В. В., Поздєєв С. В., Крикун О. М., Жихарев О. П., Добряк Д. О. Щодо комплектації пожежно-рятувальних підрозділів пожежними автоцистернами // Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку : матеріали 20 Всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Київ, 9-10 жовтня 2018 р. Київ, 2018. С. 318–320.
2. Гащук П. М., Сичевський М. І. Загальні світові тенденції в царині проектування й виготовлення мобільної пожежно-рятувальної техніки. Північна Америка // Пожежна безпека. 2016. № 29. С. 18–35.
3. Gea W., Yong-xing J., Yao-zong S. The 3rd Generation Fire Truck and its Spraying Technique // Procedia Engineering. 2011. Vol. 11. P. 424–430.

**Коваленко Роман Іванович** – к.т.н., доцент кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Національний університет цивільного захисту України, e-mail: [pandora.kr@ukr.net](mailto:pandora.kr@ukr.net)

**Kovalenko Roman** – Ph. D (Eng.), Associate Professor of Department of engineering and rescue machinery, National University of Civil Defence of Ukraine, e-mail: [pandora.kr@ukr.net](mailto:pandora.kr@ukr.net)

УДК 629.331:691.714

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

## ІНДУСТРІЯ 5.0. ЯК ВОНА ВПЛИНЕ НА ТРАНСПОРТНУ ГАЛУЗЬ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ?

*Наведено невеликий огляд з переліком літератури, що стосується такого нового напрямку як Індустрія 5.0. Очікується, що Індустрія 5.0 матиме значний вплив на автомобільну промисловість завдяки посиленню людського фактору та використанню творчого потенціалу людей-експертів у співпраці з ефективними, інтелектуальними та точними машинами.*

*This article provides a brief overview with a list of literature related to such a new trend as Industry 5.0. Industry 5.0 is expected to have a significant impact on the automotive industry by enhancing the human factor and harnessing the creativity of expert humans in collaboration with efficient, intelligent, and precise machines.*

Індустрія 5.0 - це термін, який використовується для опису наступного етапу промислового розвитку, де люди працюють разом з роботами та розумними машинами. Очікується, що вона матиме значний вплив на автомобільну та транспортну галузі з акцентом на стійкі та інтегровані рішення для мобільності.

Очікується, що Індустрія 5.0 матиме значний вплив на автомобільну промисловість завдяки посиленню людського фактора та використанню творчого потенціалу людей-експертів у співпраці з ефективними, інтелектуальними та точними машинами. Основна увага буде зосереджена на стійких та інтегрованих рішеннях мобільності, які поєднуюватимуть різні види транспорту та мобільності, щоб забезпечити комфортне пересування без заторів і водночас сприятливо впливати на клімат.

Також, очікується, що Індустрія 5.0 також створить більше робочих місць у допоміжних галузях, які надають технологічні рішення, таких як виробництво роботів і датчиків.

Можна сказати, що Індустрія 5.0 розглядається як наступна промислова еволюція, метою якої є використання творчого потенціалу людей-експертів у співпраці з ефективними, розумними й точними машинами для отримання ресурсоефективних і зручних для користувача виробничих рішень у порівнянні з Індустрією 4.0. Очікується, що численні перспективні технології та додатки допоможуть Індустрії 5.0 збільшити обсяги виробництва і надавати індивідуальні продукти в спонтанному режимі.

В роботі [2] спочатку автори представили кілька нових концепцій та визначень Індустрії 5.0 з точки зору різних галузевих практиків та дослідників. Потім детально обговорили потенційні застосування Індустрії 5.0, такі як інтелектуальна охорона здоров'я, хмарне виробництво, управління ланцюжками постачання і промислове виробництво. Згодом обговорили деякі допоміжні технології для Індустрії 5.0, такі як периферійні обчислення, цифрові двійники, спільні роботи, Інтернет усіх речей, блокчейн, мережі 6G та інші. Нарешті, висвітлили кілька дослідницьких викликів і відкритих питань, які слід додатково дослідити, щоб реалізувати Індустрію 5.0.

З точки зору взаємозв'язку з транспортною та енергетичною галузями, Індустрія 5.0 може принести значні зміни й прогрес. Наприклад, у транспортній галузі інтеграція автоматизації та штучного інтелекту (ШІ) може призвести до створення більш ефективних і безпечних транспортних систем, включаючи самокеровані автомобілі, інтелектуальні системи управління дорожнім рухом і оптимізоване управління логістикою. Крім того, використання технології 3D-друку може революціонізувати виробництво запасних частин і скоротити час на технічне обслуговування.

В енергетиці Індустрія 5.0 може сприяти розвитку більш стійких та екологічно чистих джерел енергії. Наприклад, інтеграція штучного інтелекту та автоматизації може забезпечити краще управління відновлюваними джерелами енергії, такими як вітер і сонце, а також підвищити ефективність зберігання та розподілу енергії. Крім того, Індустрія 5.0 може призвести до створення більш децентралізованих електромереж, що дасть змогу громадам генерувати та ділитися власною енергією.

На рис. 1 схематично наведено еволюційний процес зміни назв та парадигми індустрії.



Рисунок 1 – Ілюстрація індустриальної еволюції [2].

Загалом, Індустрія 5.0 має потенціал для трансформації транспортної та енергетичної галузей шляхом створення більш спільних, ефективних та сталих систем.

#### Список використаних джерел

1. Jafari, N.; Azarian, M.; Yu, H. Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics? *Logistics* 2022, 6, 26. <https://doi.org/10.3390/logistics6020026>.
2. Maddikunta, P.K.R.; Pham, Q.-V.; Prabadevi, B.; Deepa, N.; Dev, K.; Gadekallu, T.R.; Ruby, R.; Liyanage, M. Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, Volume 26, 2022, 100257. ISSN 2452-414X. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>.
3. Sarah Qahtan, H.A. Alsattar, A.A. Zaidan, Dragan Pamucar, Muhammet Deveci. Integrated Sustainable Transportation Modelling Approaches for Electronic Passenger Vehicle in the Context of Industry 5.0. *Journal of Innovation & Knowledge*, Volume 7, Issue 4, 2022, 100277. ISSN 2444-569X. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100277>.
4. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф., 12–13 квітня 2018 р.:* мат. конф. Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2018. С. 90 -94.
5. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.:* матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 181–189.
6. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.:* матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 204–208.
7. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях. *Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф., 12–13 квітня 2018 р.:* мат. конф. Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2018. С. 216 -223.

8. Риб'янець С. Р.; Бахмут М. І.; Колесніков В. О. Приклади застосування адитивних технологій в автомобілебудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: Х-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 247–253.
9. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змашувальні матеріали. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: Х-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139–146.
10. Бахмут М. І.; Колесніков В. О. Приклади впровадження деяких нових технологій в автомобілебудуванні. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: Х-та міжн. науково-практичн. конф., 14–15 квітня 2022 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 10–13.
11. Yang Y, Gai T, Cao M, Zhang Z, Zhang H, Wu J. Application of Group Decision Making in Shipping Industry 4.0: Bibliometric Analysis, Trends, and Future Directions. *Systems*. 2023; 11(2):69. <https://doi.org/10.3390/systems11020069>.
12. Hassan Abdulsattar Ibrahim, Aws Alaa Zaidan, Sarah Qahtan, Bilal Bahaa Zaidan. Sustainability Assessment of Palm Oil Industry 4.0 Technologies in Circular Economy Applications Based on Interval-Valued Pythagorean Fuzzy Rough Set-FWZIC and EDAS Methods. *Applied Soft Computing*. 2023; 136(110073). <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110073>
13. Qin, J.; Liu, Y.; Grosvenor, R. A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP* 2016, 52, 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>.
14. Nahavandi, S. Industry 5.0-A Human-Centric Solution. *Sustainability* 2019, 11, 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>.
15. Xu, X.; Lu, Y.; Vogel-Heuser, B.; Wang, L. Industry 4.0 and Industry 5.0-Inception, conception and perception. *J. Manuf. Syst.* 2021, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>.
16. Romero, C.A.T.; Castro, D.F.; Ortiz, J.H.; Khalaf, O.I.; Vargas, M.A. Synergy between circular economy and industry 4.0: A literature review. *Sustainability* 2021, 13, 4331. <https://doi.org/10.3390/su13084331>.
17. Alexa, L.; Pîslaru, M.; Avasilcăi, S. From Industry 4.0 to Industry 5.0—An Overview of European Union Enterprises. In *Sustainability and Innovation in Manufacturing Enterprises*; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2022; pp. 221–231.

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

**Kolesnikov Valerii** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

УДК 629.331:691.714

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

## СТАЛІ З НАНОСТРУКТУРНИМИ СКЛАДОВИМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ

Наведено невеликий огляд з переліком літератури, що стосується наноструктурованих сталей, що використовуються в автомобілебудуванні та енергомашинобудуванні. Наголошено, що присутність наноструктурованих структурних складових суттєвим чином впливає на властивості.

*The article provides a brief review with a list of literature related to nanostructured steels used in the automotive and power engineering industries. It is emphasized that the presence of nanostructured structural components significantly affects the properties.*

Наноструктуровані сталі набувають все більшого значення в автомобільній промисловості завдяки своїм «чудовим» механічним властивостям і потенціалу для зменшення ваги. Наноструктуровані матеріали визначаються як матеріали, які мають хоча б один розмір менше ніж 100 нм і можуть містити тонкі шари товщиною менш як 100 нм. Наноструктурні сталі складаються з нанорозмірних структурних складових з великим відношенням міжфазної площі до об'єму понад  $0,04 \text{ nm}^{-1}$  [2].

Наноструктуровані сталі можуть бути виготовлені різними способами, щоб задовольнити потреби в безпеці при аваріях та підвищення надійності транспортних засобів. Високодисперсні нанорозмірні виділення (nanoscale precipitates) в наноструктурних сталях можуть слугувати пастками для вакансій і зменшувати «набрякання», що робить їх майже ідеальними для передових конструкційних застосувань.

На рис. 1 показано діаграму відносного подовження до міцності на розрив для марок сталей AHSS, і вона зазвичай описується як бананова діаграма, тому що діаграма майже нагадує форму банана. Вона показує положення звичайних марок сталі та різних сталей AHSS. Її також називають глобальною діаграмою оброблюваності тиском (GFD).

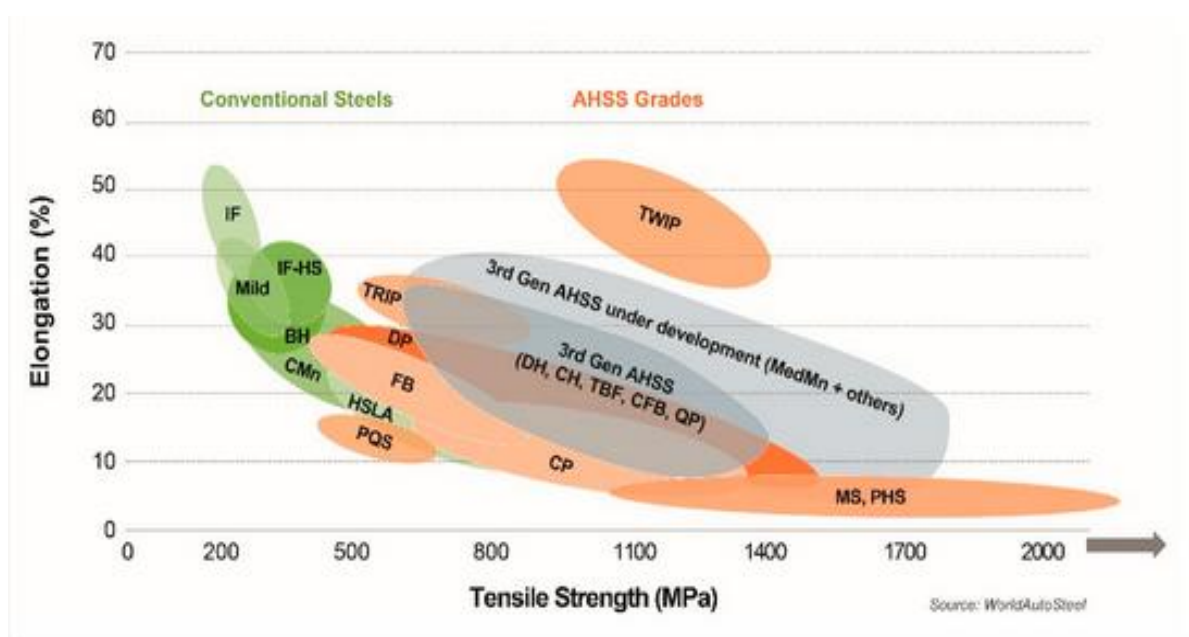


Рисунок 1 – GFD представляє міцність і подовження звичайних і різних категорій AHSS [18, 19].



Наноструктуровані або ультрадрібнозернисті (UFG) сталеві листи мають великий потенціал для конструкцій автомобільних кузовів, причому було впроваджено новий спосіб виготовлення сталевих листів UFG без сильної пластичної деформації.

Загалом, використання наноструктурованих сталей в автомобільній промисловості може призвести до покращення експлуатаційних характеристик, безпеки та паливної ефективності.

Наноструктуровані сталі можуть використовуватися в конструкціях автомобільних кузовів, де вони можуть підвищити міцність і довговічність автомобіля, одночасно зменшуючи його вагу.

На рис. 2 наведено приклади застосування різних видів автомобільних сталей (в тому числі і наноструктурованих), які застосовуються в сучасній конструкції автомобіля.

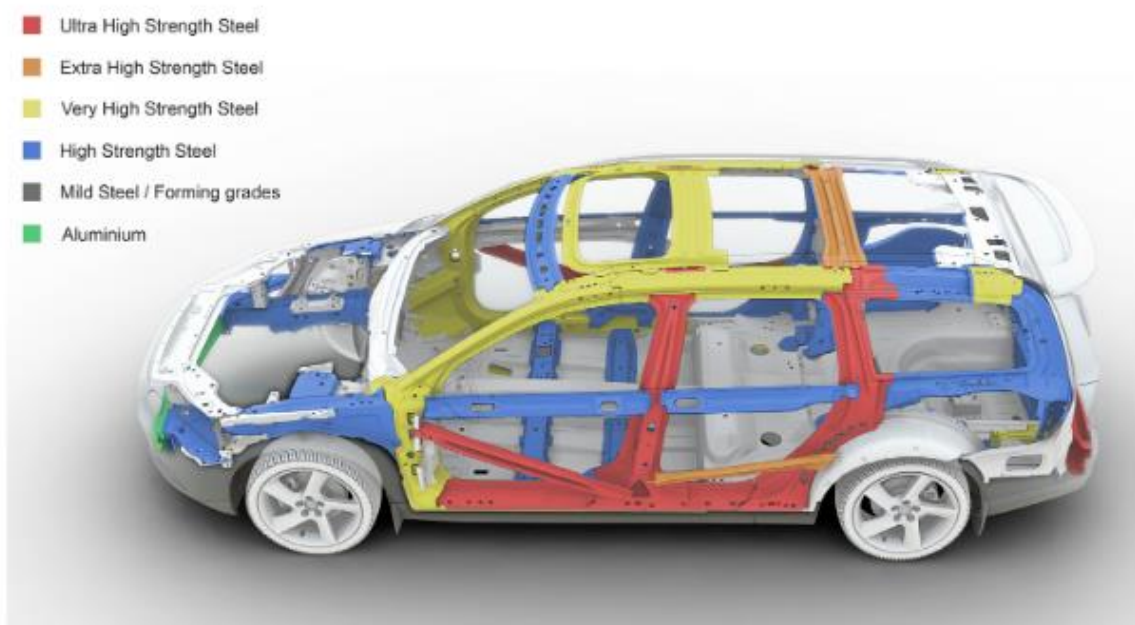


Рисунок 2 – Передові технології застосування сталі в сучасній конструкції кузова автомобіля [22].

Автовиробники поставили собі за мету розробку вдосконалених високоміцних сталей 3-го покоління (AHSS), які забезпечують одночасно високу міцність і високу пластичність [26]. Висока міцність дає можливість використовувати менше сталі та зменшити вагу без шкоди для безпеки та вимог до їзди. Висока пластичність дозволяє сталі формуватися за кімнатної температури та ефективно поглинати енергію при ударі.

Вироби з наносталі дозволяють розв'язати цілий ряд експлуатаційних проблем, використовуючи структурні складові звичайної сталі, але в унікальних співвідношеннях для створення нанорозмірних мікроструктур. Ці наноструктури є основою для «чудових» механічних і фізичних властивостей сталі, які забезпечують поєднання високої міцності та пластичності. Автомобільна листовая сталь NanoSteel також може вироблятися на існуючому виробничому обладнанні та технологічних процесах, без зміни способу лиття, обробки та прокатки матеріалу.

Наноструктуровані сталі також можуть використовуватися в антисейсмічних демпферах і саморегульованих лопатках турбін.

Розвиток прикладного матеріалознавства та суміжних наукових галузей має вирішальне значення для створення наноструктурованих сталей, які є перспективними матеріалами для їх впровадження в різних галузях, в тому числі в транспортній та енергомашинобудівній.

### Список використаних джерел

1. Madadi, M.; Yeganeh, M.; Eskandari, M. Nano-steels in the Automotive Industry. In Nanotechnology in the Automotive Industry; Song, H.; Nguyen, T. A.; Yasin, G.; Singh, N. B.; Gupta, R. K., Eds.; Elsevier: 2022; pp 287-313. ISBN 9780323905244. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90524-4.00015-3>.
2. Bhadeshia, H.K.D.H. The First Bulk Nanostructured Metal. Sci. Technol. Adv. Mater. 2013, 14, 014202. <https://doi.org/10.1088/1468-6996/14/1/014202>.
3. Kong, H.J.; Yang, T.; Zhang, T.L.; Cao, B.X.; Liu, C.T. Nanostructured steels for advanced structural applications. Mater. Futures 2022, 1, 013501. <https://doi.org/10.1088/2752-5724/ac376d>.
4. Okitsu, Y.; Tsuji, N. Nanostructured Steel for Automotive Body Structures. In Advanced Materials in Automotive Engineering; Rowe, J., Ed.; Woodhead Publishing: Cambridge, UK, 2012; pp. 57-84. ISBN 9781845695613. <https://doi.org/10.1533/9780857095466.57>.
5. Sugimoto, K.-I.; Hojo, T.; Srivastava, A.K. Low and Medium Carbon Advanced High-Strength Forging Steels for Automotive Applications. Metals 2019, 9, 1263. <https://doi.org/10.3390/met9121263>.
6. Mohrbacher, H.; Yang, J.-R.; Chen, Y.-W.; Rehrl, J.; Hebesberger, T. Metallurgical Effects of Niobium in Dual Phase Steel. Metals 2020, 10, 504. <https://doi.org/10.3390/met10040504>.
7. Ultrafine grained steels (UFG Steels): Processing - microstructure – properties. URL: <https://www.dierk-raabe.com/ultrafine-grained-steels>.
8. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. Energies 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.
9. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 105 -112.
10. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 121 -124.
11. В.А. Колесников Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання, 2009. – № 5. Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vsunud/2009-5E/09kvavms.htm>.
12. Колесников В.А. Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Мир Техники и Технологий, 2010. - № 6 -7. – С. 31 – 33.
13. Курьлєв В.О., Тупельняк О.Л., Колесников В.А. Использование нанодобавок при производстве ответственных частей оборудования пищевых производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів "Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості", (3-4 листопада 2010 року в СНУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – С. 24 - 25.
14. Колесников В.А. Наноструктурированные стали и сплавы. Часть 1. Общие сведения // Наукові вісті Даліського університету електронний журнал Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2011. – № 2 (фахова) Режим доступу: [http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2011\\_2\\_10.pdf](http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2011_2_10.pdf).
15. Колесников В.А. Наноструктурированные сплавы и наноматериалы в автомобильной промышленности // Наукові вісті Даліського університету // Електронний журнал СНУ ім. В. Даля, 2011. – № 3. Режим доступу: [http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2011\\_3\\_19.pdf](http://nvdu.snu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/2011_3_19.pdf).

16. Колесников В.А. Физико-механические свойства наноструктурированных сталей и сплавов // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 71 - 74.

17. Колесников В.А., Балицкий А.И. Повышение водородной стойкости холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СНУ.- 2011. – С. 81 – 87.

18. WorldAutoSteel AHSS Insights Blog: The New Global Formability Diagram. Available online: <https://www.worldautosteel.org/ahss-insights-blog-the-new-global-formability-diagram/>

19. Perka AK, John M, Kuruveri UB, Menezes PL. Advanced High-Strength Steels for Automotive Applications: Arc and Laser Welding Process, Properties, and Challenges. Metals. 2022; 12(6):1051. <https://doi.org/10.3390/met12061051>.

20. Rahnama, A., Kotadia, H., Clark, S. et al. Nano-mechanical properties of Fe-Mn-Al-C lightweight steels. Sci Rep 8, 9065 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27345-w>.

21. Okitsu, Y.; Tsuji, N. Nanostructured Steel for Automotive Body Structures. In Advanced Materials in Automotive Engineering; Rowe, J., Ed.; Woodhead Publishing, 2012; pp. 57-84. ISBN 978-1-84569-561-3. <https://doi.org/10.1533/9780857095466.57>.

22. A. Asghari; A. Zarei-Hanzaki; M. Eskandari. Temperature dependence of plastic deformation mechanisms in a modified transformation-twinning induced plasticity steel. Materials Science and Engineering: A 2013, 579, 150-156. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2013.04.106>.

23. Wei Jiang, Yang Cao, Yingda Jiang, Yanfang Liu, Qingzhong Mao, Hao Zhou, Xiaozhou Liao, and Yonghao Zhao. 2021. Effects of Nanostructural Hierarchy on the Hardness and Thermal Stability of an Austenitic Stainless Steel. Journal of Materials Research and Technology 12:376-384. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.02.100>.

24. Moon, J.; Ha, H.Y.; Kim, K.W.; Lee, D.; Kim, N.J.; Lee, S.; Kim, H.; Park, J.; Kim, N.J. A New Class of Lightweight, Stainless Steels with Ultra-High Strength and Large Ductility. Sci. Rep. 2020, 10, 12140. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69177-7>.

25. Wang, C.; Wang, C.; Sun, C.; Qian, L.; Fu, M.W. Microstructure Evolution and Fracture Behaviour of TWIP Steel under Dynamic Loading. Mater. Sci. Eng. A 2022, 851, 143657. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2022.143657>.

26. Megan Crouse. The Road to Lightweight Cars. February 8, 2016. Design World. <https://www.designworldonline.com/the-road-to-lightweight-cars>.

27. Kozłowska, A.; Grajcar, A.; Radwański, K.; Opara, J.; Matus, K.; Nuckowski, P.M. Microstructure and Temperature-Dependent Mechanical Behavior of Hot-Rolled TRIP-Assisted Microalloyed Steel. Mater. Charact. 2022, 186, 111804. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2022.111804>.

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

**Kolesnikov Valerii** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

УДК 629.331:691.714

Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Балицький О. І., д.т.н, проф.;  
Гаврилюк М. Р., к.т.н.; Іваськевич Л. М. к.т.н., с.н.с.

## ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ

*В роботі наводяться деякі відомості стосовно застосування сучасного програмного забезпечення (програмний комплекс Gwyddion) для аналізу мікрорельєфу оброблюваної поверхні після механічної обробки. Наголошується, що застосування плагінів, скриптів у поєднанні з іншим програмним забезпеченням дозволяє значно розширити наукові горизонти досліджень. Також зазначено, що регулярне технічне обслуговування (разом з діагностикою) та заміна зношених деталей може допомогти забезпечити найкращі експлуатаційні характеристики автомобіля.*

*The paper provides some information on the use of modern software (Gwyddion software package) to analyze the microrelief of the machined surface after machining. It is emphasized that the use of plug-ins, scripts in combination with other software can significantly expand the scientific horizons of research. It is also noted that regular maintenance (including diagnostics) and replacement of worn parts can help ensure the best performance of the vehicle.*

Знос та шорсткість деталей можуть суттєво впливати на експлуатаційні властивості та характеристики автомобілів. Шорсткість може викликати підвищене тертя, що може призвести до підвищеного зносу і катастрофічного руйнування деталі транспортного засобу. Наприклад, шорстка поверхня гальмівного ротора може призвести до підвищеного зносу гальмівних колодок і зниження ефективності гальмування. Шорстка поверхня розподільчого валу може викликати підвищене тертя і знизити ефективність двигуна. Ці твердження також справедливі для деталей обладнання, що застосовується в енергомашинобудуванні.

Під час експлуатації шорсткість поверхні зазвичай вимірюється за допомогою безконтактних методів, таких як лазерне сканування або профілометрія. Ці методи передбачають сканування поверхні деталі лазером або щупом для вимірювання висоти та форми поверхневих елементів. Зібрані дані потім аналізуються для визначення параметрів шорсткості поверхні, таких як Ra, Rz і Rmax.

Під час ремонту шорсткість поверхні також можна дослідити за допомогою візуального огляду та контактного методу. Візуальний огляд передбачає вивчення поверхні деталі під збільшенням для виявлення будь-яких нерівностей поверхні, таких як подряпини або ямки. Дотикові методи передбачають проведення тактильним інструментом по поверхні деталі, щоб виявити будь-які шорсткості або нерівності, які можуть бути присутніми.

В обох випадках зібрана інформація про шорсткість поверхні деталі може бути використана для виявлення будь-яких проблем з процесом обробки або для визначення ступеня зносу і пошкодження деталі. Потім ця інформація може бути використана для прийняття рішення про ремонт або заміну деталі, а також для оптимізації процесу обробки для підвищення якості та довговічності деталі.

З точки зору Індустрії 4.0, контроль якості поверхні відіграє вирішальну роль у забезпеченні ефективності, надійності та економічності виробничих процесів. Забезпечення якості поверхні передбачає моніторинг і контроль якості поверхні деталей протягом усього виробничого процесу, щоб гарантувати, що вони відповідають необхідним специфікаціям і стандартам.

Технології Індустрії 4.0, такі як Інтернет речей (IoT), аналітика великих даних і штучний інтелект (ШІ), можуть бути використані для поліпшення контролю якості поверхні. Датчики Інтернету речей можуть бути встановлені на машинах для моніторингу та збору даних про різні параметри, такі як температура, тиск і вібрація. Аналітика великих даних може бути використана для їх аналізу, щоб виявити тенденції, закономірності та аномалії, які можуть вказувати на проблеми у виробничому процесі. Алгоритми штучного інтелекту можна використовувати для прогнозування та рекомендацій щодо оптимізації виробничого процесу та покращення якості поверхні.

Для більш якісного контролю поверхонь деталей застосовують методи машинного зору, які постійно розвиваються та вдосконалюються.

Для виготовлення та ремонту автомобільних деталей застосовують різні види механічної обробки. Також в разі необхідності застосовують важкооброблювані сталі та сплави, що потребує додаткових технологічних заходів для якісної обробки.

Важкооброблювані сплави – це матеріали, які важко механічно оброблювати (різати, свердлити або здійснювати інші технологічні операції) та формувати поверхню деталі традиційними методами обробки через їхню високу твердість, в'язкість. Прикладами важкооброблюваних сплавів є титанові сплави, суперсплави на основі нікелю, загартовані сталі, високоазотні сталі.

Для ефективної обробки цих матеріалів зазвичай потрібні спеціалізовані різальні інструменти та технології обробки до яких можна віднести застосування змащувальних охолоджувальних рідин (ЗОР), а також наводнення поверхневих та підповерхневих шарів деталі та ін.

Для отримання поверхні з необхідною якістю, а також розроблення нових методів та технологій обробки необхідно застосовувати сучасні методи оцінки поверхні до яких можна віднести використання методів комп'ютерного зору та сучасного програмного забезпечення. Саме до останніх можна віднести застосування спеціалізованої комп'ютерної програми Gwyddion.

Програмний пакет Gwyddion є пакетом, з відкритим програмним кодом, що можна знайти у вільному доступі в інтернеті за адресою: <http://gwyddion.net/download.php>. Зараз остання версія продукту це Gwyddion 2.62. Але вона ще не дуже опрацьована серед науковців. Розробник цього безплатного програмного забезпечення – David Nečas and Petr Klapetek. Версії 2.5 та 2.2 найбільш популярні серед користувачів. Файл інсталяції відомий як gwyddion.exe. Остання версія програми підтримується Windows XP/Vista/7/8/10/11, 32 та 64-біт.

Gwyddion є модульною програмою для візуалізації та аналізу даних СЗМ (сканувальної зондової мікроскопії). В першу чергу він призначений для аналізу полів висот, отриманих методами сканувальної зондової мікроскопії (AFM, MFM, STM, SNOM/NSOM), проте в цілому може використовуватися для будь-якого іншого аналізу полів висот і зображень, наприклад, для аналізу даних профілометрії.

Навчальні матеріали, що пояснюють функції Gwyddion можна переглянути за посиланням: <http://gwyddion.net/presentations/tutorials.php>.

Перед початком досліджень підготовлювали зразки на обладнанні «Центру електронної мікроскопії та рентгенівського мікроаналізу» ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України.

Мікроструктуру сплавів досліджено за допомогою мікроскопів: Zeiss Stemi 2000 – С Stereo Microscopes та ЛОМО ЕС МЕТАМ ПБ-21 та цифрової камери SIGETA (Industrial color digital camera UCMOS 1300, 1.3 MP, а також SIGETA International Color Digital Camera MCMOS 5100 5.1 MP.1).

На рис. 1 показані поверхні зразків після сухого точіння та точіння з водою, де квадратиками позначені ділянки, на яких була проведена 2D та 3D візуалізація поверхні.

Поверхня з найвищою шорсткістю  $Rz = 37$  мкм була сформована при сухому різанні. Різання з використанням води та ЗОР покращило оброблену поверхню та значно зменшило шорсткість ( $Rz = 4 - 7$  мкм).

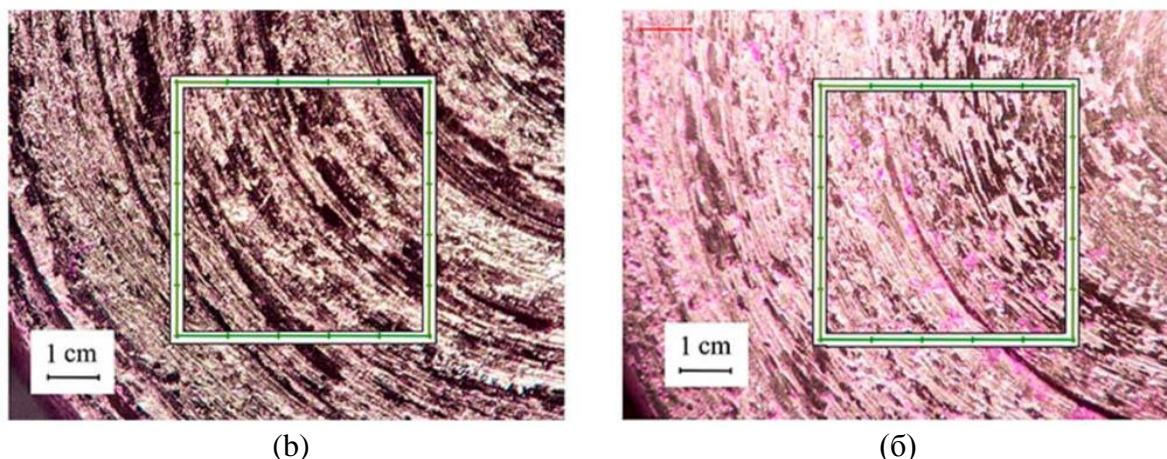


Рисунок 1 – Поверхні різання зразків сталі 38ХНЗМФА після різання: насухо (а); з водою (б). Квадратиками позначені ділянки для відтворення 2D і 3D зображень розміром 5 на 5 см.

Порівняння рисунків 2а,б і 3а,б дає можливість побачити, що під час сухого різання спостерігалися "глибокі розриви" (синій колір). Середня шорсткість поверхні під час сухої обробки становила 37 мкм. При обробці поверхні водою більша частина поверхні показана помаранчевим кольором, а шорсткість була в діапазоні від 2 мкм до 6 мкм, з середньою шорсткістю 5 мкм (рис. 3а); тобто більша частина обробленої поверхні, на відміну від сухої обробки, не мала таких же перепадів, глибоких вихорів і погіршень (рис. 2б).

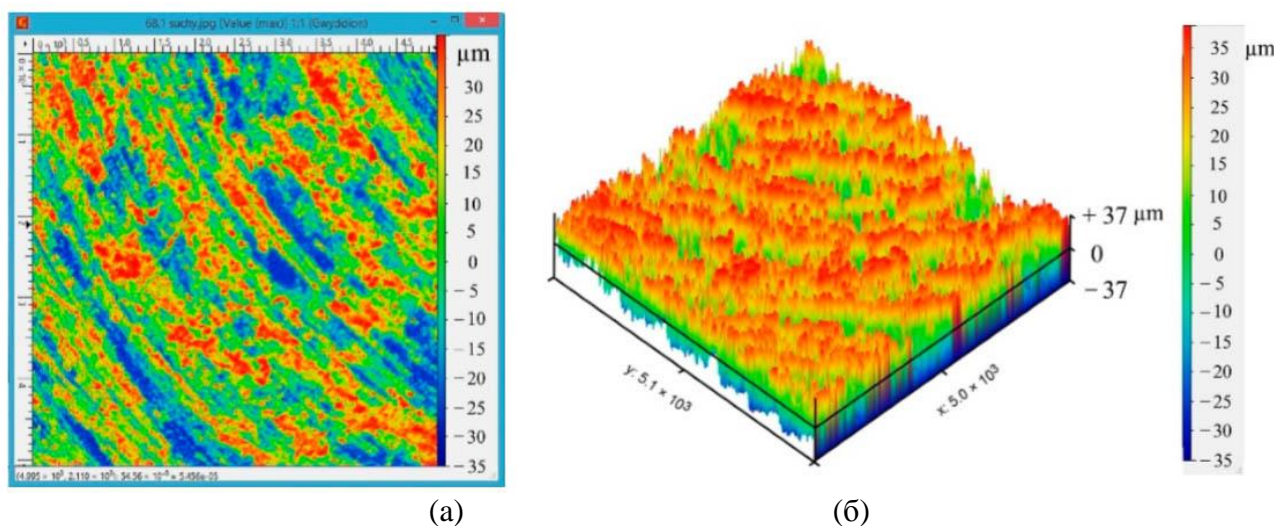


Рисунок 2 – Поверхня різання зразків зі сталі 38ХНЗМФА (різання насухо): 2D візуалізація (а) та 3D візуалізація (б).

Одним з дуже перспективних наукових напрямків для досліджень цифрових зображень є застосування мови програмування Java, а також такої мови високого програмування як Python. Додавання та поєднання іншого програмного забезпечення, наприклад, комп'ютерних програм Fiji, ImageJ, Excel, Origin, Statistica та ін., а також спеціальних плагінів та скриптів дозволяє значно розширити горизонти досліджень.

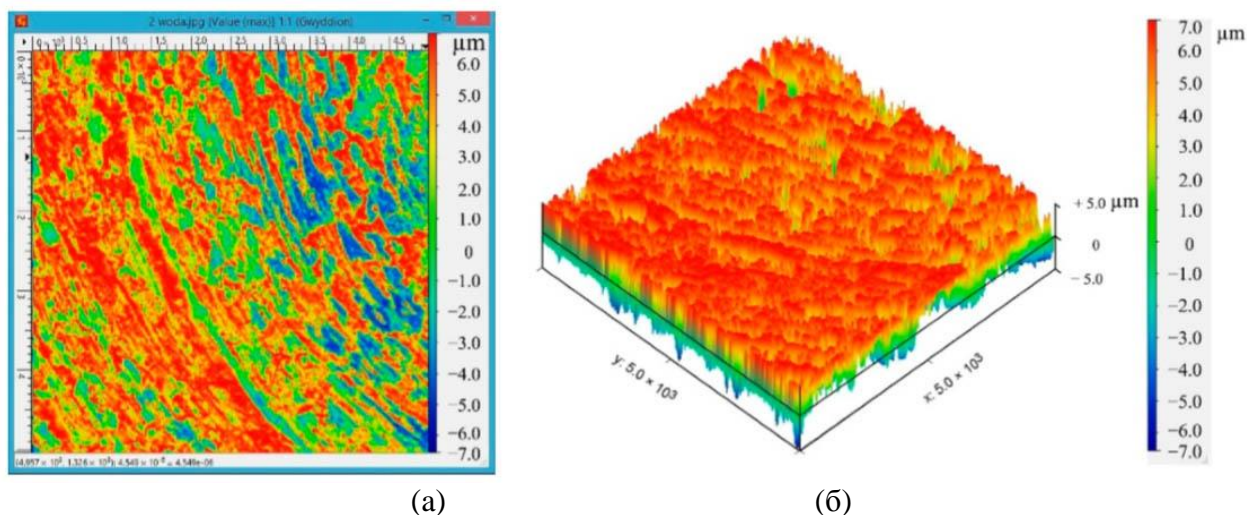


Рисунок 3 – Поверхня різання зразків сталі 38ХНЗМФА (різання з водою): 2D візуалізація (а) та 3D візуалізація (б).

Вдосконалення виробничого процесу, забезпечення якості поверхні також може допомогти знизити витрати і підвищити задоволеність клієнтів. Гарантуючи, що деталі виготовляються відповідно до необхідних специфікацій і стандартів якості, ризик дефектів і переробки зводиться до мінімуму, що призводить до зниження витрат й підвищення рівня задоволеності клієнтів.

Загалом, забезпечення якості поверхні є критично важливим аспектом виробництва Індустрії 4.0, оскільки воно гарантує, що деталі виготовляються відповідно до стандартів, які забезпечують ефективність та надійність. Використовуючи передові технології та аналітику даних, виробники можуть оптимізувати свої процеси та досягти вищого рівня продуктивності, прибутковості та задоволеності клієнтів.

Знос і шорсткість деталей автомобіля можуть мати значний вплив на його експлуатаційні характеристики. Регулярне технічне обслуговування (разом з діагностикою) та заміна зношених деталей може допомогти забезпечити найкращі експлуатаційні характеристики автомобіля та обладнання, що використовується в енергомашинобудуванні.

#### Список використаних джерел

1. Abdelaoui, F.Z.E., Jabri, A. & Barkany, A.E. Optimization techniques for energy efficiency in machining processes—a review. *Int J Adv Manuf Technol* 125, 2967–3001 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00170-023-10927-y>
2. Pavol Martikan, Jozef Holubjak, Tatiana Czanova, Jozef Pustay, Richard Joch. Identification of Roughness Parameter when Turning Process with Helical Cutting Edge for Machining of Automotive Transmission Parts. *Transp. Res. Procedia* 2019, 40, 362-366. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.053>.
3. Lalegani Dezaki, M.; Mohd Ariffin, M.K.A.; Ismail, M.I.S. Effects of CNC Machining on Surface Roughness in Fused Deposition Modelling (FDM) Products. *Materials* 2020, 13, 2608. <https://doi.org/10.3390/ma13112608>.
4. Manjunath, K.; Tewary, S.; Khatri, N.; Cheng, K. Monitoring and Predicting the Surface Generation and Surface Roughness in Ultraprecision Machining: A Critical Review. *Machines* 2021, 9, 369. <https://doi.org/10.3390/machines9120369>.
5. Zhou, T.; He, L.; Wu, J.; Du, F.; Zou, Z. Prediction of Surface Roughness of 304 Stainless Steel and Multi-Objective Optimization of Cutting Parameters Based on GA-GBRT. *Appl. Sci.* 2019, 9, 3684. <https://doi.org/10.3390/app9183684>

6. Damilola Obilade, Cecilia Dordlofva, and Peter Törlind. Surface Roughness Considerations in Design for Additive Manufacturing - A Literature Review. Proc. Des. Soc. 2021, 1, 2841-2850. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.545>.
7. Stanislaw Legutko and KlukA. Stoić. Research of the Surface Roughness Created During Pull Broaching Process. Metalurgija 2011, 50, 245-248.
8. J. Scheers; M. Vermeulen; C. De Maré; K. Meseure. Assessment of Steel Surface Roughness and Waviness in Relation with Paint Appearance. Int. J. Mach. Tools Manuf. 1998, 38, 647-656. [https://doi.org/10.1016/S0890-6955\(97\)00113-2](https://doi.org/10.1016/S0890-6955(97)00113-2).
9. Kuntoğlu, M.; Aslan, A.; Sağlam, H.; Pimenov, D.Y.; Giasin, K.; Mikolajczyk, T. Optimization and Analysis of Surface Roughness, Flank Wear and 5 Different Sensorial Data via Tool Condition Monitoring System in Turning of AISI 5140. Sensors 2020, 20, 4377. <https://doi.org/10.3390/s20164377>.
10. Balitskii, A.I.; Havrilyuk, M.R.; Balitska, V.O.; Kolesnikov, V.O.; Ivaskevych, L.M. Increasing Turbine Hall Safety by Using Fire-Resistant, Hydrogen-Containing Lubricant Cooling Liquid for Rotor Steel Mechanical Treatment. Energies 2023, 16, 535. <https://doi.org/10.3390/en16010535>.
11. Balitskii A, Kolesnikov V, Abramek KF, Balitskii O, Elias J, Havrylyuk M, Ivaskevych L, Kolesnikova I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. Energies. 2021; 14(22):7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.
12. Балицький О.І., Колесніков В.О., Бикадорова Н. О., Рожкова А.Ю. Комп'ютерне моделювання ортогонального точіння жароміцного нікелевого сплаву. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 84–86. [https://zp.edu.ua/uploads/dept\\_s&r/2022/conf/1.1/NSiS\\_2022\\_zbirka.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_s&r/2022/conf/1.1/NSiS_2022_zbirka.pdf).
13. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Tour View та Gwyddion для аналізу мікрорельєфу поверхонь. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 70–73.
14. Колесніков В.О. Застосування комп'ютерних програм Fiji та ImageJ для визначення параметрів мікроструктури досліджуваних сплавів. Нові сталі та сплави і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів: зб. наук. праць Міжнар. наук.-техн. конф. 8-9 лист. 2022. Запоріжжя: Національний університет Запорізька політехніка з УкрНДІСпецСталь, 2022. С. 67–70.
15. Колесніков В. О. Дослідження зносотривкості перспективних сталей для автомобільної галузі, а також розпізнавання та ідентифікація їх продуктів зношування. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-та міжн. науково-практичн. конф., 12–13 квітня 2018 р.: матеріали. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 79–89.
16. Колесніков Валерій, Гаврилюк Марія, Балицький Олександр. Застосування методів комп'ютерного зору для ідентифікації продуктів різання та зношування з урахуванням матеріалознавчих засад. Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи. Міжн. наук.-практичн. конф., 14-15 квітня 2021 р.: матеріали. Старобільськ, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2021. С. 140–142.
17. Khalil, R.A.; Saeed, N.; Masood, M.; Fard, Y.M.; Alouini, M.-S.; Al-Naffouri, T.Y. Deep Learning in the Industrial Internet of Things: Potentials, Challenges, and Emerging Applications. IEEE Internet Things J. 2021, 8, 11016–11040. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3051414>.
18. Lee, J.; Kao, H.-A.; Yang, S. Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment. Procedia CIRP 2014, 16, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>.



19. Aggour, K.S.; Gupta, V.; Ruscitto, D.; Ajdelsztajn, L.; Bian, X.; Brosnan, K.H.; Kumar, N.C.; Dheeradhada, V.; Hanlon, T.; Iyer, N.; et al. Artificial intelligence/machine learning in manufacturing and inspection: A GE perspective. MRS Bull. 2019, 44, 545–558. <https://doi.org/10.1557/mrs.2019.157>.

20. Gwyddion – Free SPM (AFM, SNOM/NSOM, STM, MFM, ...) data analysis software URL: <http://gwyddion.net/download.php> (дата звернення: 17.03.2023 р.).

21. ImageJ. URL: <https://imagej.net/ij/index.html>. (дата звернення: 17.02.2023 р.). 8. Fiji URL: <https://fiji.sc>. (дата звернення: 19.03.2023 р.). 22.

22. Lecture by Professor Dorte Juul Jensen, in a series entitled "Metallic Microstructures", organised by KTH Stockholm, Gent University and Delft University of Technology. Metal microstructures in 3D and in 4D. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=smy120TKn0I&ab\\_channel=bhadeshia123](https://www.youtube.com/watch?v=smy120TKn0I&ab_channel=bhadeshia123). (дата звернення: 19.03.2023 р.).

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва та професійної освіти, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Полтава, м. Лубни, науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

**Балицький Олександр Іванович** – д.т.н., проф. провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, кафедра експлуатації автомобілів, Західно-поморського технологічного університету у Щеціні, м. Щецін, Республіка Польща, e-mail: [alexanderbalitskii64@gmail.com](mailto:alexanderbalitskii64@gmail.com).

**Гаврилюк Марія Романівна** – к.т.н., науковий науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [gavrilukm@ukr.net](mailto:gavrilukm@ukr.net).

**Іваськевич Любомир Михайлович** – к.т.н., старший науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, e-mail: [lyubom538@gmail.com](mailto:lyubom538@gmail.com).

**Kolesnikov Valerii** – PhD in Engineering sciences of the Department of Production Technologies and Professional Education, Luhansk Taras Shevchenko National University, Poltava, Lubny, Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [kolesnikov197612@gmail.com](mailto:kolesnikov197612@gmail.com).

**Balitskii Olexsandr** – professor, leading researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Department of Vehicle Operation, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Szczecin, Poland. e-mail: [alexanderbalitskii64@gmail.com](mailto:alexanderbalitskii64@gmail.com).

**Havrilyuk Maria** – PhD Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [gavrilukm@ukr.net](mailto:gavrilukm@ukr.net).

**Ivaskevych Ljubomyr** – PhD Researcher at the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments, Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, e-mail: [lyubom538@gmail.com](mailto:lyubom538@gmail.com).

УДК 629.113

Корнач А. О., к.т.н., проф.; Корнач О. А., к.т.н., доц.

## ПРИЧІПНІ АВТОБУСНІ ПОЇЗДИ ДЛЯ BRT СИСТЕМ

*Проаналізовано особливості використання причіпних автобусних поїздів у BRT системах. Визначено їх переваги та недоліки.*

*The features of using bus trailer trains in BRT systems are analyzed. Their advantages and disadvantages are determined.*

**Постановка проблеми.** Швидкий розвиток міської транспортної системи ставить перед містами нові виклики, зокрема, необхідність покращення якості транспортного обслуговування та зниження впливу транспорту на довкілля. Тому, значна кількість міст, які мають проблеми з транспортним обслуговуванням населення, але не мають можливості для побудови ліній метрополітену, обрали систему швидкісного автобусного сполучення (Bus Rapid Transit, BRT) як один із можливих варіантів розв'язання цих проблем.

З метою покращення якості транспортного обслуговування, BRT системи використовують різні види рухомого складу, включаючи автобуси високої і особливо високої пасажиромісткості (до 300 чол.). Здебільшого використовуються зчленовані дво- та іноді триланкові автобуси, проте перспективними є причіпні автобусні поїзди, що складаються з окремих автобусів, які з'єднуються за допомогою тягово-зчіпних пристроїв, або поєднання автобуса-тягача та пасажирського причепа (або причепів).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню використання причіпних автобусних поїздів присвячено ряд робіт. Зокрема, у дослідженні [1] було проведено визначення показників тягово-швидкісних властивостей причіпних автобусних поїздів, які можуть бути використані в системах швидкісного автобусного сполучення (BRT). Крім того, було вибрано оптимальні схеми їх компонування. Показники маневреності причіпних автобусних поїздів досліджено в роботах [2,3]. Встановлено, що триланковий причіпний автопоїзд значно перевищує триланковий шарнірно-зчленований автобус. Можливість створення причіпного пасажирського автопоїзда за умови керованості та стійкості проведено в роботі [4] та порівняно з шарнірно-зчленованими автобусами [5].

Метою дослідження є визначення технічних та експлуатаційних проблем використання причіпних автобусних поїздів у BRT системах, їх взаємозв'язку з показниками ефективності та економічної доцільності використання таких транспортних засобів у міських транспортних системах.

**Результати дослідження.** Причіпні автобусні поїзди можуть складатися з двох або трьох ланок та мати загальну довжину до 30 метрів. Це дозволяє суттєво підвищити пасажиромісткість без потреби у інвестиціях для купівлі нових транспортних засобів або прокладання додаткових маршрутів, що зменшує витрати на розширення транспортної мережі та забезпечує зручний та ефективний спосіб перевезень для пасажирів.

Також, причіпні автобуси дозволяють більш гнучко пристосувати транспортну систему до змін у обсягах перевезень. Адже просте збільшення кількості автобусів на маршруті може призвести до утворення затримок на зупинках при посадці чи висадці пасажирів, а також заторів при проїзді перехресть.

Причіпні автобуси є більш гнучкими в експлуатації, оскільки вони можуть використовуватись на різних лініях та маршрутах в залежності від зміни пасажиропотоку. За необхідності причіпний автобусний поїзд може бути роз'єднано з метою використання окремих одиночних автобусів на інших маршрутах, для надання додаткових послуг з перевезень або постановку на технічне обслуговування чи ремонт, а додавання додаткових

ланок до причіпного автобусного поїзда у години пік може допомогти зменшити проблему переповнених автобусів та підвищити комфорт пасажирів.

Проте, використання причіпних автобусів також має свої недоліки. Так, вони поступаються за показниками маневреності одиночним автобусам, проте суттєво переважають шарнірно-зчленовані автобуси (особливо триланкові) [2,3].

Ще один недолік полягає у підвищеній витраті палива. Причіпні автобуси споживають більше палива, ніж одиночні або шарнірно-зчленовані автобуси, в наслідок вищої маси, використання декількох силових установок, тощо. Однак, цей недолік може бути компенсований збільшенням кількості перевезених пасажирів, що може призводити до зниження витрат на одного пасажирів.

Вартість причіпних автобусів вища ніж шарнірно-зчленованих, проте вони є значно більш гнучкими в експлуатації і можуть використовуватись в міжпікові години для надання додаткових послуг з перевезень.

**Висновки.** Використання причіпних автобусних поїздів для BRT систем може бути ефективним транспортним рішенням з багатьма перевагами, такими як суттєве збільшення пасажиромісткості, можливість її гнучкої зміни за рахунок додавання додаткових ланок, можливість експлуатації одиночних автобусів на інших маршрутах при падінні пасажиропотіку. Проте, при виборі рухомого складу для BRT системи необхідно враховувати різні фактори, такі як маршрути та їх специфіку, інтенсивність пасажиропотоку, технічні особливості автобусів та вимоги до безпеки.

#### Список використаних джерел

1. Корпач А.О. Вибір схеми причіпного автобусного поїзда за показниками тягово-швидкісних властивостей / А.О. Корпач, О.А. Корпач, О.М. Тімков, Д.М. Яценко, В.М. Босенко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2022. – №1(18). – С.123-132. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36910/automash.v1i18.768>
2. Сахно В. П. До питання вибору рухомого складу в системі BRT / В. П. Сахно, В. М. Поляков, С. М. Шарай, Д. М. Яценко // Технічна інженерія. – Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – Вип. 2(86). – С. 24–33. – Режим доступу: [https://doi.org/10.26642/ten-2020-2\(86\)-24-33](https://doi.org/10.26642/ten-2020-2(86)-24-33)
3. Сахно В. П. Дослідження маневреності триланкового причіпного автобусного поїзда / В. П. Сахно, В. М. Поляков, С. М. Шарай, І. С. Мурований // Технічна інженерія. – 2022. – №. 1 (89). – С. 11-20. – Режим доступу: [https://doi.org/10.26642/ten-2022-1\(89\)-11-20](https://doi.org/10.26642/ten-2022-1(89)-11-20)
4. Сахно В. П. До визначення керованості і стійкості руху причіпного пасажирського автопоїзда / В. П. Сахно, В. М. Поляков, С. М. Шарай, І. С. Мурований // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2022. – Т. 2. – №. 19. – С. 191-202. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36910/automash.v2i19.918>
5. Sakhno V. The Stability Indicators of the Section Articulated Buses / V. Sakhno, J. Gerlici, V. Polyakov, A. Korpach, O. Korpach, K. Kravchenko // Communications - Scientific Letters of the University of Zilina. – 2022. – No. 24(4). – P. B301-309. <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.4.B301-B309>

**Корпач Анатолій Олександрович** – к.т.н., професор, професор кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет, м. Київ e-mail: [akorpach@ukr.net](mailto:akorpach@ukr.net)

**Корпач Олексій Анатолійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, м. Київ e-mail: [korpach1988@gmail.com](mailto:korpach1988@gmail.com)

**Korpach Anatolii** – Ph.D. (Eng.), professor, professor of the department of engines and heating engineering, National Transport University, Kyiv, e-mail: [akorpach@ukr.net](mailto:akorpach@ukr.net)

**Korpach Oleksii** – Ph.D. (Eng.), associate professor, associate professor of the department of automobiles, National Transport University, e-mail: [korpach1988@gmail.com](mailto:korpach1988@gmail.com)

УДК 656.1

Костьян Н. Л., к.т.н., доц.; Рудь М. П., к.т.н., доц.

## ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МІСЬКИХ ПОТОКІВ

*Досліджується проблема оцінювання ефективності транспортних систем за наявності пропусків в масивах статистичної інформації. Пропонується підхід на основі імітаційного моделювання руху транспортних потоків на ділянках відповідної мережі.*

*The problem of evaluating the efficiency of transport systems in the presence of gaps in the arrays of statistical information is investigated. An approach based on simulation modeling of the movement of traffic flows on sections of the relevant network is proposed.*

**Вступ.** Виходячи з світових пріоритетів енергозбереження та екологічної безпеки, керування сучасними транспортними системами автомобільних перевезень повинно налаштовуватись на оптимальні режими за критеріями продуктивності та енергоефективності. Налаштування на оптимальні режими вимагає оцінювання поточного стану (конфігурації) системи. Процес оцінювання рекомендується виконувати за принципом декомпозиції, за яким спочатку відбувається оцінювання на окремих сегментах транспортної системи, а потім узагальнення отриманих результатів. Сегментам транспортної системи однозначно відповідають ділянки маршрутів транспортних мереж. На найнижчому рівні декомпозиції ефективність конфігурації системи визначається на основі оцінок ефективності функціональних елементів системи: транспортного засобу (ТЗ), транспортного потоку, дороги та ін. В роботі [1] визначено суттєві параметри функціональних елементів транспортної системи. Для оцінювання ефективності заданої конфігурації зручно використовувати регресійні, продукційні, логічні та нейромережеві моделі. Зазначені моделі потребують збору та обробки статистичних даних щодо поточного стану різних сегментів. В процесі дослідження даної проблематики [2-5] виявилось, що побудова відповідних моделей неможлива без оцінювання експлуатаційних характеристик транспортних засобів, таких як швидкість, прискорення за різних режимів руху, обсяги витрат палива із врахуванням пройденої дистанції та параметрів пасажиропотоку (для пасажирського транспорту), які змінюються протягом доби. Крім того, на основі методики, запропонованої авторами [1], масиви вхідних даних повинні містити параметри транспортних потоків та заданих ділянок дороги для окремих конфігурацій. Використання технічних засобів моніторингу на всіх елементарних (неподільних в межах даного дослідження) сегментах транспортної мережі не завжди є можливим. Для усунення пропусків в масивах вхідних даних застосовують методи [6], які можуть давати значну похибку. Альтернативою до цих методів є подолання дефіциту надійних даних засобами програм транспортного моделювання [7].

**Результати дослідження.** Аналіз ефективності транспортної системи на найнижчому рівні декомпозиції вимагає вимірювання параметрів транспортних та пасажирських потоків у складі заданих конфігурацій системи. Транспортні моделі руху міських потоків побудовані на прикладі регульованих перехресть на розі вул. Хрещатик – вул. Байди Вишневецького та бул. Шевченка – вул. Чорновола (м. Черкаси). Перехрестя являються типовими для даного міста. Обидва фрагменти міської мережі містять маршрути громадського транспорту. Формування масивів вхідних даних здійснено на основі результатів спостереження за рухом транспортних та пішохідних потоків на зазначених перехрестях в пікові години робочих днів із використанням портативної відеокамери. Зйомка проводилась з різних ракурсів, що дозволило також визначити інтенсивність руху на пішохідних переходах. На рис. 1 наведено результати

вимірювання інтенсивності транспортних потоків за всіма можливими напрямками руху через перехрестя вул. Хрещатик – вул. Байди Вишневецького.

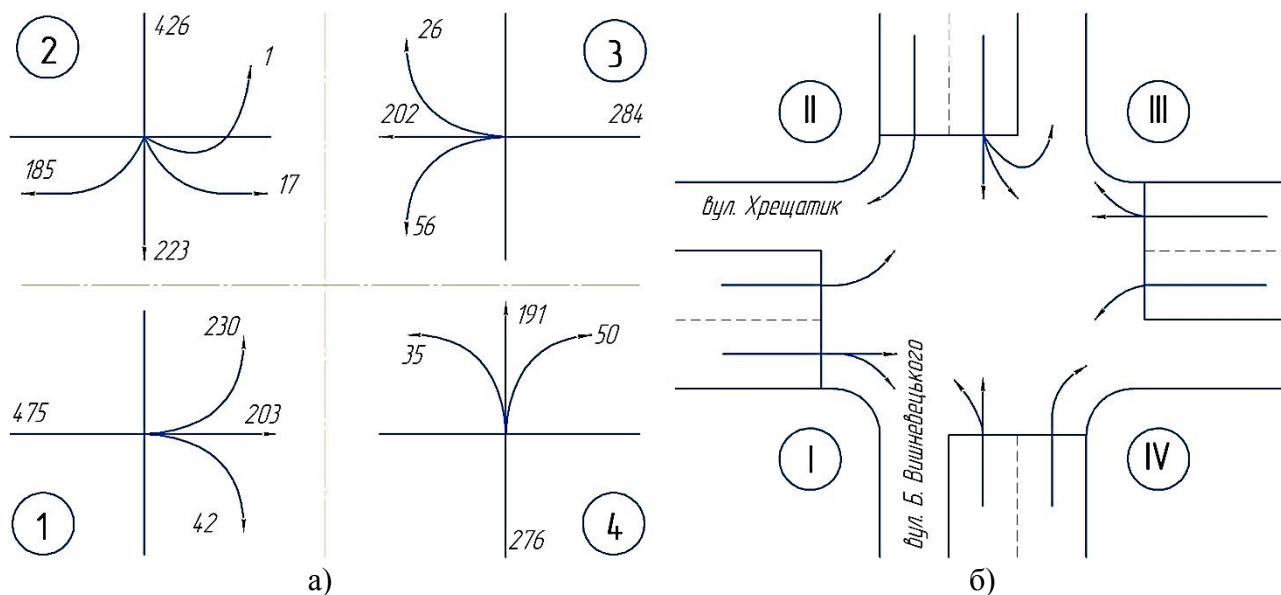


Рисунок 1 – Напрями руху та інтенсивності ТП (ТЗ/год.) на перехресті вул. Хрещатик – вул. Б. Вишневецького (м. Черкаси) в часовому інтервалі від 8:40 до 9:40

На рис. 1 (а) прийнято таку нумерацію напрямків руху:

- 1 – по вул. Хрещатик (від вул. Святотроїцької до вул. Остафія Дашковича);
- 2 – по вул. Б. Вишневецького (від Замкового узвозу до бул. Шевченка);
- 3 – по вул. Хрещатик (від вул. Остафія Дашковича до вул. Святотроїцької);
- 4 – по вул. Б. Вишневецького (від бул. Шевченка до Замкового узвозу).

Позначення на рис. 1 (б) визначають пішохідні зони за наступними орієнтирами: I – Кав'ярня «The Room»; II – Черкаська медична академія; III – Музей «Кобзаря» Т. Г. Шевченка; IV – Сквер Черкаської обласної ради.

В табл. 1 та табл. 2 представлено склад та розподіл транспортних потоків на заданих перехрестях.

Таблиця 1 – Середні значення інтенсивності транспортних потоків на перехресті вул. Хрещатик – вул. Б. Вишневецького з врахуванням типу ТЗ та напрямку руху, ТЗ/год.

Тип ТЗ	Напрямок 1			Напрямок 2				Напрямок 3			Напрямок 4		
	←	↑	→	←	↑	→	↓	←	↑	→	←	↑	→
Легковий автомобіль	225	192	41	17	191	179	1	53	191	24	35	166	47
Вантажний автомобіль	2	2			3	1		1	6			2	2
Автобус середнього класу					21							16	
Мікроавтобус	2	7	1		7	4		2	3	2		5	1
Мотоцикл (скутер)	1				1				1			1	
Велосипед		2				1			1			1	

В табл. 1. та табл.2 прийнято наступні позначення напрямку (траєкторії) руху: «←→» – наліво; «↑» – прямо; «→» – направо; «↓» – назад (розворот).

Нумерацію напрямків руху на першому перехресті (табл. 1) вибрано відповідно до на рис. 1. Для другого перехрестя нумерацію напрямків руху задано наступним чином:

- 5 – по вул. Чорновола (від вул. Волкова до вул. Гоголя);
- 6 – по вул. Чорновола (від вул. Гоголя до вул. Волкова);
- 7 – по бул. Шевченка (від вул. Новопречистенської до вул. Кривалівської);

8 – по бул. Шевченка (від вул. Кривалівської до вул. Новопречистенської).

Таблиця 2 – Середні значення інтенсивності транспортних потоків на перехресті бул. Шевченка – вул. Чорновола з врахуванням типу ТЗ та напрямку руху, ТЗ/год.

Тип ТЗ	Напрямок 5			Напрямок 6			Напрямок 7				Напрямок 8			
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	↓	←	↑	→	↓
Легковий автомобіль	3 1	14 0	1 7	4 7	25 2	8 7	6 9	24 9	5 6	1 7	3 3	23 5	10 0	1 1
Вантажний автомобіль		4			2	1	1					2		
Автобус середнього класу	5			1 5	1	1 5	1 2	27	4			29	14	
Мікроавтобус	2	5		1	12	2	1	4	1			7	3	
Мотоцикл (скутер)						2		1				2		
Тролейбус				4		1	4	4				5	8	

Тривалість світлофорного циклу на перехресті вул. Хрещатик – вул. Б. Вишневецького складає 73 с (дві основні фази), на іншому перехресті світлофорний цикл становить 90 с (три фази).

Транспортні моделі розглянутих перехресть побудовано засобами PTV Vissim 2023 (SP 05). За результатами імітації руху транспортних потоків визначено усереднені значення швидкісних характеристик заданих типів ТЗ (табл. 3, рис. 1, 2).

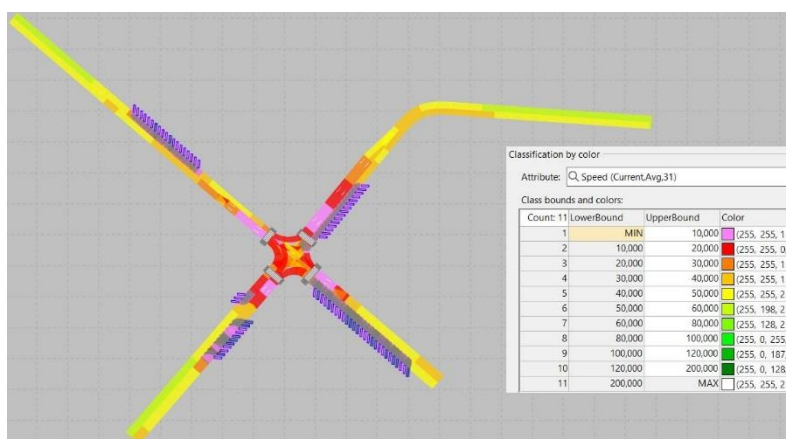


Рисунок 2 – Картограма значень середньої швидкості легкових автомобілів на перехресті «вул. Хрещатик – вул. Б. Вишневецького»

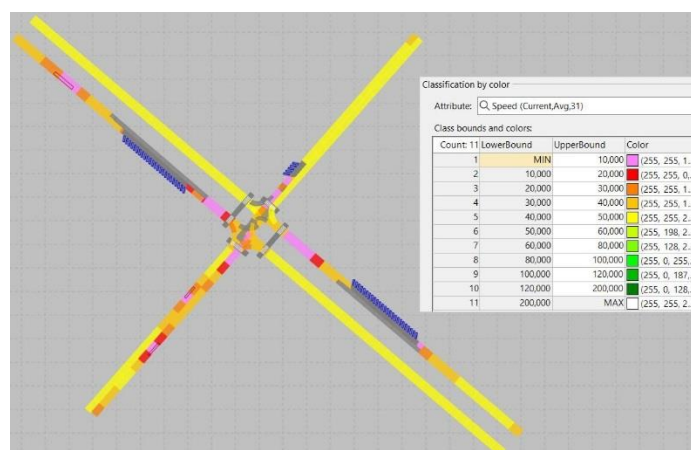


Рисунок 3 – Картограма значень середньої швидкості автобусів середнього класу на перехресті «бул. Шевченка – вул. Чорновола»

Таблиця 3 – Результати аналізу транспортної мережі для заданих типів ТЗ

Тип ТЗ	Перехрестя «вул. Хрещатик – вул. Б. Вишневецького»		Перехрестя «бул. Шевченка – вул. Чорновола»	
	Середня швидкість ТЗ, км/год.	Загальний час ТЗ проведений в мережі, с	Середня швидкість ТЗ, км/год.	Загальний час ТЗ проведений в мережі, с
Легковий автомобіль	10,26	26156,5	20,03	14888,4
Вантажний автомобіль	25,35	245,6	16,29	345,9
Автобус середнього класу	26,14	153	17,47	3393,3
Мікроавтобус	18,82	152,4	23,2	436,5
Мотоцикл (скутер)	10,75	169,8	21,39	209,9
Велосипед	3,64	387,6	-	-

Таким чином, результати аналізу швидкостей заданих ТЗ у сукупності з іншими техніко-експлуатаційними показниками дозволили застосувати методики, що описані в роботах [2, 5] та здійснити верифікацію отриманих моделей.

#### Список використаних джерел

1. Śmieszek M., Kostian N., Mateichyk V., Mościszewski J., Tarandushka L. Determination of the Model Basis for Assessing the Vehicle Energy Efficiency in Urban Traffic. *Energies* [online]. 2021, 14(24), 8538.
2. Хабутдінов Р.А. Методика аналізу експлуатаційно-технологічних і енергетичних показників автопоїздів / Р.А. Хабутдінов, О.Г. Ковбасенко // Вісник НТУ. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К.: НТУ, 2014. – № 29. – С. 331-338.
3. Ahn K., Rakha H., Trani A., & Van Aerde M. Estimating vehicle fuel consumption and emissions based on instantaneous speed and acceleration levels. *Journal of Transportation Engineering*, 2002, 128(2), p. 182-190.
4. Du J., Rakha H. A., Filali F., & Eldardiry H. COVID-19 pandemic impacts on traffic system delay, fuel consumption and emissions. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 2021, 10(2), p. 184–196.
5. Костьян Н.Л. Комплексна оцінка енергоефективності міського пасажирського транспорту / Н.Л. Костьян // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2022. – Вип. 3(53). – С. 178-185.
6. Снитюк В. Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми / В. Є. Снитюк – Київ: Маклаут, 2008. – 364 с.
7. Brezov, D.; Burov, A. Ensemble Learning Traffic Model for Sofia: A Case Study. *Appl. Sci.* 2023, 13, 4678. <https://doi.org/10.3390/app13084678>.

**Костьян Наталія Леонідівна** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технології їх експлуатації, Черкаський державний технічний університет, e-mail: 438knl@gmail.com.

**Рудь Максим Петрович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технології їх експлуатації, Черкаський державний технічний університет, e-mail: m.rud@chdtu.edu.ua.

**Kostian Nataliia** – PhD, docent, Associate Professor of the Department of Department of Automobiles and Technologies of their Operating, Cherkasy State Technological University, e-mail: 438knl@gmail.com.

**Rud Maksym** – PhD, docent, Associate Professor of the Department of Automobiles and Technologies of their Operating, Cherkasy State Technological University, Cherkasy, [m.rud@chdtu.edu.ua](mailto:m.rud@chdtu.edu.ua).

УДК 629.3

Крайник Л. В., д.т.н., проф.; Кіхтан А. В.

## МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ БЕЗДОРІЖЖЯМ АВТОМОБІЛЯ З ГІБРИДНИМ ПРИВОДОМ

*Гібридні автомобілі для бездоріжжя відрізняються за схемою приводу від звичних гібридних легкових автомобілів/кросове рів, у т.ч. і повнопривідних. Складні умови руху обумовлюють і нетипові методики визначення необхідних характеристик двигунів, генератора, ємності батарей та кінематики трансмісії з оцінкою ефективності отриманих варіантів на стадії проектування методами імітаційного комп'ютерного моделювання, здебільшого у програмному середовищі MATLAB Simulink.*

*Off-road hybrid cars differ in their drive scheme from conventional hybrid passenger cars/crossovers, including all-wheel drive. Complex driving conditions are also determined by atypical methods of determining the necessary characteristics of engines, generators, battery capacity and transmission kinematics with the evaluation of the effectiveness of the received options at the design stage using simulation computer modeling methods, mostly in the MATLAB Simulink software environment.*

**Вступ.** Прийняття на озброєння у 2021-22 роках у Франції та США перших моделей військової автотехніки (ВАТ) з гібридним приводом [1, 2] та аналогічні активності в інших країнах НАТО, Японії, Індії, КНР, РФ [3] обумовлюють необхідність відповідних робіт і щодо оновлення парку ВАТ в Україні [4]. З відомих причин схеми та теоретичні засади визначення необхідних характеристик силового приводу цих нових моделей ВАТ відсутні у загальнодоступних джерелах інформації і тільки з аналізу рекламних тактико-технічних характеристик та результатів певних випробувань гіпотетично можна констатувати використання різних, запатентованих схем приводу, що базуються на поєднанні послідовної (seriell) та комбінованої (mish-hybrid) схем. Відповідно сформовано концептуальні засади імітаційного моделювання роботи цих схем приводу у програмному середовищі MATLAB Simulink.

**Результати досліджень.** Звична структура програмного середовища MATLAB Simulink передбачає формування еквівалентної моделі руху автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння та механічної або гідромеханічної трансмісії [5]. Введення гібридного приводу обумовлює опрацювання суттєвих змін у формуванні еквівалентної моделі автомобіля залежно від схеми приводу. Для уже серійних гібридних легкових автомобілів та повнопривідних кросове рів загального призначення домінуючою є схема так зв. паралельного (parallel) приводу, що визначає і структуру еквівалентної моделі. Однак для військової автотехніки ця схема, в силу специфіки умов експлуатації ВАТ [3], практично не використовується. Відповідно еквівалентну модель необхідно формувати під конкретну схему приводу та її видозміни, залежно від умов руху і задання режиму роботи водієм.

Фактична відсутність загальноприйнятої методики розрахунку/визначення необхідних базових характеристик основних агрегатів гібридного приводу для умов руху бездоріжжям (як з умов прохідності важкого, розмоклого бездоріжжя, так і необхідної мобільності руху сухим бездоріжжям та асфальтобетонном) обумовлює варіативний підбір параметрів на базі аналізу результатів імітаційного моделювання і пошуку сприйнятних варіантів [6].

В основу формування схем гібридного приводу нових зразків ВАТ в сучасній ситуації покладено 2 етапи:

- пріоритетно з умов поточної ситуації – для легких ударних автомобілів – військових багті – змішана схема (mish-hybrid) типу Toyota/Aisin з приводом на задню вісь і задне-



моторною компоновкою, що при відповідному розподілі навантажень на осі забезпечує високу прохідність, спів ставну з повнопривідним автомобілем (при навантаженнях на осі до 1-1,2 т, що побічно підтверджується і результатами раллі Париж-Дакар і інш.) [3]. Додатково, як опція, можна реалізувати і схему типу combined axle – як це пропонується і на поширених, у т.ч. і у військовій сфері, баггі Polaris, але з використанням так зв. „елек-тричного кардана” (реалізованого вже на певних моделях Audi/VW, але для паралельної схеми приводу);

- потенційно базова схема для всіх класів тоннажності повнопривідних ВАТ з двоступеневою роздавальною коробкою та відповідного розвитку послідовної (seriell) схеми з можливістю підключення тяги двигуна внутрішнього згоряння на екстремальних режимах руху – проїзду важко заболочених ділянок на пониженій передачі роздавальної коробки передач та забезпечення максимальної динаміки розгону на сухому бездоріжжі/асфальто-бетоні на прямій передачі роздавальної коробки. Як з умов патентної чистоти схеми, так і проблеми синхронізації частот обертання (при підключенні) двигуна внутрішнього згоряння і тягового електродвигуна, відповідна схема приводу у стадії опрацювання.

**Висновки.** Попередньо опрацьована еквівалентна схема автомобіля з гібридним приводом послідовного типу обумовлює необхідність дорожніх випробувань конкретного автомобіля для оцінки адекватності моделі та подальших змін під синтез і оцінку ефективності змішаної схеми приводу перспективних зразків ВАТ.

#### Список використаних джерел

1. Giesbrecht J. Feasibility of Hybrid Diesel-Electric Powertrains for Light Tactical Vehicles /Defence Research and Development Canada, DRDC-RDDC-2018-D049, June 2018. – 21 p.
2. Scarabee [ Електронний ресурс ]://<https://www.aequus-defense.com>>our-armored-vehicle-scarabee...
3. Крайник Л.В. Концептуальні основи формування гібридного привода автомобіля високої прохідності / Л.В.Крайник, А.В.Кіхтан, В.Ф. Кохан, М.Я. Волощук// Військово - технічний збірник, № 27, 2022, НАСВ ім. гетьмана П.Сагайдачного – С.10-18
4. 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, № 1 (17), 2018, ЦНДІ ОБТ - С. 24-31
5. Грубель М.Г. Імітаційне моделювання руху колісної військової автомобільної техніки бездоріжжям та оцінка його адекватності / М.Г.Грубель, Л.В. Крайник, В.В.Хома// Автошляховик України, Київ, 2020, № 2 – С. 21-28.
6. Miller T., Riozeni G., Li Q. Simulation – Based Hybrid Electric Vehicle Design Search [Електронний ресурс]:<https://doi.org/104271/1999-01-1150>

**Крайник Любомир Васильович** – д-р техн. наук, професор, голова правління АТ «Укравтобуспром», м.Львів, e-mail : [L.Kraynyk@gmail.com](mailto:L.Kraynyk@gmail.com)

**Кіхтан Андрій Володимирович** – аспірант, Львівський національний університет природокористування, м. Львів, e-mail:[kwest@ukr.net](mailto:kwest@ukr.net)

**Lyubomyr Kraynyk** – Dr. Tech. Sciences, professor, chairman of the board of JSC "Ukrbusbusprom", Lviv, e-mail: [L.Kraynyk@gmail.com](mailto:L.Kraynyk@gmail.com)

**Andriy Kikhtan** – PhD student, Lviv National University of Nature Management, Lviv, e-mail:[kwest@ukr.net](mailto:kwest@ukr.net)

УДК 629.3.017

Красноштан О. М., к.т.н.

## ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТОК ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

*Розглянуті питання та розвитку транспортної системи в умовах четвертої промислової революції (Індустрія 4.0) на системному, підсистемному та надсистемному рівнях.*

*The issues and development of the transport system in the conditions of the fourth industrial revolution (Industry 4.0) at the system, subsystem and suprasystem levels are considered.*

**Вступ.** Четверта промислова революція (відома як Індустрія 4.0) забезпечить кардинальний вплив на всю структуру світової економіки. Особливістю цієї революції стане те, що запровадження нових технологій буде охарактеризовано високими темпами їх запровадження та супроводжуватиметься високою конкуренцією.

Зміни супроводжуватимуться у всіх галузях, відзначатимуться створенням нових бізнес-моделей, дизруптивним впливом на традиційні галузі, а також докорінними змінами систем виробництва, споживання, транспортування та постачання.

Таким чином, транспортна система зазнає в рамках Індустрії 4.0 значних змін як у власних виробничих процесах, так і її функціонуванні як підсистеми економіки.

**Результати дослідження.** В ході Загалом зміни в транспортній системі під впливом четвертої промислової революції характеризуватимуться чотирма факторами:

1. Темпи розвитку. На відміну від попередніх, поточна промислова революція відбувається не за лінійними, а швидше за експоненціальними законами. це є наслідком того, що нова технологія сама синтезує все більш передові та прогресивні технології;
2. Широта і глибина. Вона базується на цифровій революції та узагальнює різноманітні технології, що обумовлює виникнення безпрецедентних змін парадигм в економіці, бізнесі, соціумі.
3. Системний вплив. Вона передбачає цілісні зовнішні і внутрішні перетворення всіх систем у всіх країнах, компаніях, галузях та суспільству в цілому.

Історична ретроспектива демонструє той факт, що попередні три промислові революції мали визначальний вплив на сферу транспорту. Так, пусковим механізмом першої промислової революції, яка тривала з 1760-х до 1840 років, стало будівництво залізниць та винайдення парового двигуна, що дало поштовх розвитку транспортної системи та механічного виробництва. Друга промислова революція, яка розпочалась наприкінці XIX століття і тривала до початку XX століття, характеризувалась зародженням та поширенням електротранспорту. Третя промислова революція розпочалась в 1960-х роках та полягала в поширенні комп'ютерних та цифрових технологій. Як наслідок – в транспортній системі знайшли поширення прогресивні системи управління рухом, перевезеннями і виробничими процесами, що значно підвищило її швидкість та продуктивність.

З фізичної точки зору, четверта промислова революція характеризується проявленням чотирьох основних мегатрендів, які є очевидними завдяки своїй матеріальності:

- Безпілотні (автономні) транспортні засоби;
- 3D-друк;
- Передова робототехніка;
- Нові матеріали.

Безпілотні (автономні) транспортні засоби є одним із головних атрибутів четвертої промислової революції та вже знайшли своє певне поширення, зокрема це вантажні автомобілі, автобуси, повітряні і морські дрони тощо. По мірі розвитку таких технологій, як датчики та штучний інтелект, удосконалюються можливості автономних транспортних засобів, при цьому темпи цього удосконалення досить значні. Різноманітне застосування відносно недорогих та комерційно доцільних повітряних та підводних дронів в транспортних цілях – питання найближчої перспективи.

З розвитком можливостей автономних транспортних засобів по розпізнаванню довколишнього середовища та здатності на них реагувати (змінюючи траєкторію та параметри руху задля уникнення зіткнення), вони стануть здатні виконувати такі задачі як контроль інфраструктури та доставку вантажів в зони, важкодоступні та ризиковані з точки зору перебування там людей.

Розвиток технології та 3D-друку забезпечить зміни до встановлених на сьогодні логістичних ланцюгів та виробничих процесів. Зокрема, це забезпечить зміни в постачанні та забезпеченні запасними частинами у виробничому комплексі транспортних підприємств.

Впродовж найближчих 5 років відбудеться ряд докорінних технологічних змін, що напряду впливатимуть на галузь транспорту. Так в цей період очікується поява першого автомобіля, виготовленого за допомогою технології 3D-друку. Також очікується перевищення кількості поїздок на автомобілях спільного користування над поїздками приватними автомобілями. Докорінні зміни стосуватимуться також підходів до управління рухом. Так, очікується поява першого міста з населенням понад 50 000 мешканців без жодного світлофорного об'єкта.

Поширення автономних транспортних засобів потенційно призведе до істотних змін. Ці транспортні засоби з часом можуть стати більш ефективними та більш безпечними, ніж автомобілі, за кермом яких перебувають люди. Вони також можуть позитивно вплинути на кількість дорожніх заторів та зменшити кількість шкідливих викидів, підвищивши ефективність транспортних процесів. Іншими словами, автоматизація та інтелектуалізація транспортних засобів приводить заміну людини інтелектуальними технологіями для випадків, де можливості людини стають обмежуючим (лімітуючим) фактором для подальшого розвитку системи.

Цей процес має ряд як позитивних, так і потенційно негативних ефектів. До позитивних ефектів можна віднести:

- Підвищення рівня безпеки руху;
- Вивільнення часу людини для задіяння за більш продуктивними чи корисними напрямками: створення додаткової вартості, освіта, відпочинок тощо;
- Позитивний вплив на довколишнє середовище;
- Зменшення рівня стресу;
- Підвищення можливостей для мобільності літніх людей та людей з інвалідністю та інших маломобільних груп;
- Значне поширення електромобілів.

До прогнозованого негативного ефекту можна віднести:

- Втрата робочих місць (як водіїв, так і інших професій);
- Зміна системних бізнесів: страхування, автосервіс тощо;
- Зменшення кількості власників ТЗ, зменшення системного попиту;
- Підвищення ризиків кібератак.

При аналізі і плануванні розвитку транспортної системи важливо чітко враховувати дизруптивний ефект, який матиме поширення нових технологій та поєднання цифрового, фізичного та біологічного вимірів на галузь і підгалузі та супутні виробничі системи.

Наприклад, популярність технології UBER починається з покращеного клієнтського досвіду: місце розташування автомобіля відслідковується за допомогою мобільного пристрою, встановлені стандарти обслуговування, впорядковано простий і процес оплати, що

дає можливість уникнути затримок. Цей досвід було удосконалено та поєднано в комплекс з фізичним продуктом (перевезення пасажирів в просторі) за рахунок оптимізації використання активу (автомобіль, що належить водію). В таких випадках цифрові можливості виражаються не лише в більш високій дохідності при нижчій вартості послуг, але перш за все в докорінній зміні бізнес-моделі. Це обумовлено цілісним підходом, що охоплює весь процес від придбання послуги до її фактичного надання.

Дизруптивний ефект тут полягає в тому, що за рахунок нових переваг в сервісі, втрачають актуальність наявні традиційні підходи до організації надання послуг, що існували до цього.

Так, у процесі поширення електромобілів, зазнають докорінних змін ряд виробничих систем, наприклад:

- Система сервісних центрів;
- Система логістики нафтопродуктів і АЗС;
- Втрачають актуальність виробництва ДВЗ та трансмісій.

Ряд транснаціональних компаній, які працюють в цих галузях, враховують потенційні зміни в своїх довгострокових стратегічних планах, оскільки це є єдиним можливим способом виживання для них в довгостроковій перспективі.

Для прикладу, світовий лідер з виробництва трансмісій – німецька компанія ZF, прогнозує різке зниження попиту на свою основну продукцію по мірі зменшення виробництва автомобілів з ДВЗ, створили новий напрямок діяльності компанії – автономні системи громадського транспорту.

Майже у всіх галузях економіки цифрові технології призвели до створення нових способів поєднання товарів та послуг, що порушили усталений порядок та призвели до зникнення меж між галузями. Для прикладу, на сьогоднішній день в сучасному автомобілі вартість електроніки сягає 40% вартості самого автомобіля. Рішення компаній Apple та Google вийти на автомобільний ринок демонструє той факт, що в теперішній час компанія з галузі електроніки може перейти в автомобільну компанію. В майбутньому, коли більшу частину вартості автомобіля становить вартість електроніки, може виявитись більш стратегічно вигідним займатись технологіями і продажем ліцензій, ніж безпосередньо виготовленням автомобілів.

Нові бізнес- та організаційні моделі мають перспективу створення інноваційних способів створення додаткової вартості та спільного використання, які своєю чергою призводять до цільової системи змін, що слугуватиме додатковими перевагами для суспільства, економіки та навколишнього середовища. Автономні транспортні засоби, спільне використання та лізингові моделі призведуть до стрибкоподібного підвищення ефективності використання активів, а також до більш ефективного поводження з відпрацьованими ресурсами.

Цифрові технології та глобальна комунікаційна інфраструктура істотно змінять підходи до організації праці, сприяючи появі нових типів робіт, що відрізнятимуться гнучкістю в контексті місць прикладання праці та графіка роботи. Це, своєю чергою, змінить потреби та характер трудових переміщень та призведе до змін в тенденціях та функціонуванні систем громадського транспорту.

Завдяки досягненням в галузі виробництва датчиків оптики та вбудованих процесорів підвищуватиметься рівень безпеки немоторизованого транспорту, що призведе до підвищення використання громадського транспорту, зниження рівня ускладнень дорожнього руху та покращення екологічних показників. Це покращить здоров'я населення та дасть можливість здійснювати щоденні поїздки на більші відстані швидше, більш прогнозованим чином та з меншими витратами.

Розвиток цифрових технологій відкриває шлях для розвитку мобільності за запитом. Перевід систем в цифровий формат підвищить ефективність руху наземного транспорту за рахунок надання інформації в режимі реального часу та ретельного моніторингу

інфраструктури міської мобільності. Це дозволяє вигідно задіяти резерви транспортної системи, які раніше не були задіяні. Іншими словами, це дозволяє підвищувати ефективність за рахунок уникнення простоїв за допомогою механізмів та алгоритмів динамічної оптимізації.

Четверта промислова революція матиме значний вплив на глобальну мобільність населення. Так, переміщення населення по країнам світу є одночасно важливим феноменом та значно рушійною силою підвищення добробуту. В майбутньому мобільність відіграватиме ще більш важливу роль в суспільстві та економіці, ніж це є сьогодні.

В зв'язку зі зростанням інформованості про події та можливості, що надаються людині в різних країнах світу, можливий переїзд розглядається як життєве рішення, що варто ухвалити в певний момент життя. В першу чергу це стосується молодих людей. І хоча мотиви у різних людей можуть бути різними, все частіше люди вдаються до прийняття таких рішень.

Мобільність робочої сили має можливість змінювати ринки праці країн в кращу або гіршу сторону. При цьому зростають переміщення між країнами, створюючи додаткові потреби для транспортування.

Таким чином, четверта транспортна революція матиме системний вплив на подальший розвиток та функціонування транспортної системи та її підсистем. І коректне прогнозування з відповідним врахуванням при розробці стратегій розвитку дозволить забезпечити збалансований розвиток і трансформацію транспортної системи.

#### Список використаних джерел

1. Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция / Клаус Шваб. – Киев, 2016. – 172 с.
2. Тернюк М.Е., Красноштан О.М. Класифікація чинників розвитку транспортних систем – М.Е. Тернюк, О.М. Красноштан // Автошляховик України. – 2021. - №3.

**Красноштан Олександр Михайлович** – к.т.н., доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com.

**Krasnoshtan Olexander** – PhD (Eng.), Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com.

УДК 621.431

Красота М. В., к.т.н., доц.; Шепеленко І. В., к.т.н., доц.; Осін Р. А., к.т.н., доц.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТЕПЛОЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ

*Розглянуто напрямок підвищення ефективних показників автомобільних двигунів шляхом нанесення теплозахисних покриттів на деталі, що обмежують камеру згорання: поршень та головку блоку циліндрів, запропоновано наносити теплозахисні покриття методами газотермічного напилювання.*

*Considered the way car engines indicators effectiveness increasing by applying heat-resistant coating on details, which restricts the combustion chamber: piston and cylinder head, offered to apply the heat-resistant coating with the gas-thermal spraying methods.*

**Постановка проблеми.** Ефективний розвиток автомобільних двигунів в першу чергу пов'язаний із покращенням показників роботи автомобілів і підвищенням їх експлуатаційних та екологічних параметрів; зниження трудомісткості обслуговування, матеріалів на виготовлення, часу на технічне обслуговування і виконання ремонту двигунів; покращенням умов праці обслуговуючого персоналу та водіїв.

Удосконалення автомобільних двигунів на теперішній час відбувається за умов виснаження запасів нафти та інших видів палива, винайдення шляхів переходу на альтернативні види палив, при одночасних умовах збільшення економічності та екологічних параметрів автомобілів, що досить ускладнює вирішення проблем щодо удосконалювання двигунів.

**Результати дослідження.** Забезпечення більш високих показників і параметрів автомобільних двигунів може бути виконане за рахунок підвищення ефективності їх робочих циклів, застосування прогресивних конструкцій, зокрема використання гібридних установок (двигун - тепловий елемент; двигун - акумулятор та ін.), більш активного застосування альтернативних палив.

Одним з ефективних напрямків зниження температури, підвищення зносостійкості пар тертя, є створення теплозахисних і зносостійких покриттів поверхні деталей.

Збільшення температури та ступеня стиснення робочого газу при спалюванні палива дозволяє підвищувати потужність двигуна. У зв'язку з цим, проблема збільшення робочої температури в камері згорання за рахунок зниження втрат тепла в системі охолодження не втрачає своєї актуальності.

Використання теплозахисних покриттів є одним з перспективних напрямків для вирішення проблеми підвищення ефективних показників автомобільних двигунів.

Головними функціями теплозахисних покриттів для двигуна є мінімізація теплових втрат у камері згорання та забезпечення захисту металевої основи від впливу високих температур.

Окрім зниження температури деталей камери згорання, теплозахисні покриття мають істотний вплив на параметри робочого процесу, шум, вібрацію, нагароутворення, старіння масла і знос деталей двигуна. Підвищення ефективних показників автомобільних двигунів забезпечується головним чином вибором матеріалів і виконанням технологічних операцій нанесення даних покриттів на поверхні деталей.

Дослідження впливу теплозахисних покриттів на параметри робочого циклу автомобільного двигуна [1] показують, що при застосуванні теплозахисних покриттів на поверхні деталей, що обмежують камеру згорання спостерігається більш висока температура

поверхні покриття в камері згорання, що приводить до підвищення температури повітря в кінці процесу наповнення [2].

Матеріали ряду експериментальних робіт, пов'язаних з дослідженнями теплової ізоляції головки циліндрів та поршнів за допомогою покриттів показують, що середній показник політропи стиснення зростає. Це приводить до збільшення тиску і температури в кінці процесу стиснення [1, 3, 4]

Оскільки теплова ізоляція деталей приводить до зростання середньої температури і середнього тиску і гаряча поверхня покриття прискорює передполуменеву підготовку палива, період затримки самозаймання у разі теплоізованих деталей скорочується.

Таким чином, змінюючи параметри робочого процесу підвищенням середнього тиску можливо збільшити індикаторну потужність і, як наслідок, ефективну потужність двигуна.

Також, збільшення коефіцієнта наповнення та густини свіжого заряду сприяють підвищенню індикаторного і ефективного ККД двигуна.

Таким чином, наявність теплозахисного шару на деталях, що обмежують камеру згорання ДВЗ призведе до зниження температури підігріву заряду, порівняно з серійними деталями і, відповідно, до підвищення коефіцієнта наповнення, що дозволить поліпшити ефективні показники двигуна.

Висока температура поверхні покриття перш за все впливає на параметри повітряного заряду в циліндрі двигуна в процесі наповнення і стиснення.

В результаті більшого підігріву повітряного заряду в процесі стиснення за наявності покриття на деталях камери згорання, тиск стиснення може зрости. Більш високе значення температури і тиску повітря в кінці процесу стиснення приводять до скорочення періоду затримки запалювання палива.

Теплозахисні покриття на деталях камери згорання змінюють і сам процес згорання. Відмічається більш м'яка робота двигунів і зниження максимальних тисків згорання.

Поліпшення процесу згорання і економічності від керамічних покриттів на головці циліндрів відзначають і деякі зарубіжні фірми [3, 4]. Наприклад, випробування головок циліндрів з керамічними покриттями на основі окису церію завтовшки 0,1-0,15 мм проведені фірмою «Дженерал-Моторс» на двигунах, показали, що за рахунок зменшення тепловідводу і випромінювання керамічного покриття поліпшуються процес згоряє і пускові якості двигуна кількість незгорілих вуглеводнів зменшується на 40%, істотно знижуються нагароутворення і спрацювання деталей циліндро-поршневої групи.

Ефективне використання теплозахисних і зносостійких покриттів деталей двигуна пов'язане з вирішенням ряду питань. В першу чергу це відноситься до вибору металевих і керамічних матеріалів для високотемпературного газотермічного напилювання покриттів. Вибір матеріалів з певним комплексом фізико-механічних властивостей дозволяє формувати покриття з необхідними характеристиками. Важливу роль в забезпеченні ефективності і працездатності покриттів на деталях двигуна грають технологічні чинники високотемпературного напилювання покриттів.

Конструктивні особливості сучасних пальників для напилювання, що створюють високотемпературні струмені, дозволяють вводити в них матеріали у вигляді порошків, дротів, гнучких шнурів. Умови подачі і розпилювання порошкових матеріалів, що здійснюються в газополуменевих і плазмових пальниках, вимагають, щоб дисперсність порошків лежала у вузьких межах. Останнім часом повідомляється про можливість напилювання дрібнодисперсними металевими порошками (1-5 мкм), що дозволяють одержувати високоякісні покриття з низькими пористістю і шорсткістю.

На сьогодні існує багато видів матеріалів для нанесення теплозахисних покриттів, які мають різні хімічні та фізико-механічні властивості.

Перспективи подальшого розвитку, удосконалення і широкого використання техніки високотемпературного розпилювання передбачається саме у використуванні композиційних порошкових або дротяних матеріалів.

Аналіз результатів досліджень впливу теплозахисних покриттів показує, що основний вплив на підвищення ефективності автомобільних двигунів надають температурний режим в камері згорання, правильно вибрані регулювання по моменту подачі палива в циліндр і тип сумішоутворення. Якщо покриття помірно підвищує температурний режим в камері згорання, то процес згорання і економічність поліпшуються.

Внаслідок використання теплозахисних покриттів відбувається зменшення теплових та механічних навантажень на деталі, зниження жорсткості роботи двигуна автомобіля та максимального тиску газів у циліндрі. На часткових навантаженнях, характерних для експлуатаційних режимів роботи двигуна, покриття знижують питому витрату палива, що сприяє зниженню шуму та вібрації і підвищенню строку служби двигунів автомобілів.

**Висновки.** Таким чином, теплозахисні покриття на деталях камери згорання знижують температуру деталей, що обмежують камеру згорання, знижують жорсткість роботи двигуна автомобіля і максимальний тиск газів у циліндрі. Все це сприяє зменшенню теплових і механічних навантажень на деталі, збільшенню строку служби двигунів автомобілів, підвищує можливості по подальшому їх форсуванню.

#### Список використаних джерел

1. Чернобай О.О., Красота М.В. Аналіз технологій та матеріалів для захисту поршнів автомобільних ДВЗ// Автоматика, комп'ютерно-інтегровані технології та проблеми енергоефективності в промисловості і сільському господарстві (АКІТ-2022): Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2022. – с. 178-180.
2. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник до курсового проектування// Дяченко В.Г та ін. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – 266 с.
3. Valland H. A. Teoretikal analysis of thermal barriers in diesel engine cylinders /H. A. Valland, G.K. Wyspianski //Norwegian Marine Reasearh. - 1982. - 10, N0. 2,34.
4. Walase F.J. Thermal barrier pistons and their effect on the performance of compound diesel engine cycles / Walase F.J., Kao T.K., Alekxan-der W.A., Cole A.C. and Tarabad M. - Detroit.: SAE, Mar. 1983. - Paper 830312.

**Красота Михайло Віталійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: [krasotamv@ukr.net](mailto:krasotamv@ukr.net).

**Шепеленко Ігор Віталійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: [kntucpfzk@gmail.com](mailto:kntucpfzk@gmail.com)

**Осін Руслан Анатолійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: [ruslan\\_osin@ukr.net](mailto:ruslan_osin@ukr.net)

**Mykhailo Krasota** - Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: [krasotamv@ukr.net](mailto:krasotamv@ukr.net).

**Shepelenko Ihor** - Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: [kntucpfzk@gmail.com](mailto:kntucpfzk@gmail.com)

**Ruslan Osin** - Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: [ruslan\\_osin@ukr.net](mailto:ruslan_osin@ukr.net)



УДК 656.073.53

Кривенко А. О.; Лебідь І. Г., к.т.н., проф.

## PEST-АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

*Проаналізовано основні види послуг, які надаються транспортно-експедиторськими підприємствами України. Встановлено основні чинники впливу на ефективність обслуговування замовників. Здійснено PEST-аналіз діяльності транспортно-експедиторських підприємств України.*

*The main types of services provided by transport and forwarding companies of Ukraine were analyzed. The main factors affecting the efficiency of customer service have been established. A PEST-analysis of the activities of transport and forwarding enterprises of Ukraine was carried out.*

**Вступ.** Оцінка ефективності роботи транспортно-експедиторських підприємств залежить від спектру та вартості послуг, які можуть бути надані замовникам; наявності відповідних кадрових та матеріально-технічних ресурсів; впливу політичних, економічних, соціальних та технологічних чинників на транспортну та суміжні галузі. Кожне підприємство має свою організаційну структуру, систему планування та оцінки ефективності прийняття управлінських рішень [1]. Досить вагомий вплив на роботу транспортно-експедиторських підприємств мають конкуренти, а також стан економічного розвитку та політична ситуація в Україні та світі.

**Результати дослідження.** До основних видів послуг та робіт, що надають транспортно-експедиторські підприємства належать:

1. Авіаційні перевезення, що передбачають такі види робіт: укладання договору/заявки, планування маршруту, розрахунок вартості маршруту та погодження її з замовником, оформлення транспортних документів, проведення контролю за виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт, страхування вантажу, контроль місцезнаходження вантажу, проведення контролю проходження митного оформлення вантажу, обмін документами з замовником та перевізником [2].

2. Автомобільні перевезення, що передбачають такі види робіт: укладання договору/заявки, планування маршруту, пошук перевізника з необхідним типом транспортного засобу, розрахунок вартості маршруту та погодження її з замовником, оформлення транспортних документів, проведення контролю за виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт, страхування вантажу, контроль місцезнаходження вантажу, проведення контролю проходження митного оформлення вантажу, обмін документами з замовником та перевізником.

3. Морські перевезення, що передбачають такі види робіт: укладання договору/заявки, планування маршруту, розрахунок вартості маршруту та погодження її з замовником, оформлення транспортних документів, проведення контролю за виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт, страхування вантажу, контроль місцезнаходження вантажу, проведення контролю проходження митного оформлення вантажу, експедиційні роботи в порту, обмін документами з замовником та морською лінією.

4. Залізничні перевезення, що передбачають такі види робіт: укладання договору/заявки, планування маршруту, розрахунок вартості маршруту та погодження її з замовником, оформлення транспортних документів, проведення контролю за виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт, страхування вантажу, контроль місцезнаходження вантажу, проведення контролю проходження митного оформлення вантажу, обмін документами з замовником та перевізником [3].

5. Митно-брокерські послуги, що передбачають такі види робіт: отримання та аналіз комплексу документів від замовника, перевірка повноти комплексу документів на відповідність вимогам законодавства щодо відсутності розбіжностей, класифікація товару згідно УКТЗЕД, визначення та розрахунок митних платежів, організація митного оформлення вантажу (подання МД), контроль прибуття в зону МК, фізичний огляд, відбір зразків, обмін документів з митного оформлення з замовником.

6. Послуги митного складу, що передбачають такі види робіт: приймання та розгляд звернень замовників, формування комерційної пропозиції, укладення договору, оформлення МД в режимі «Митний склад», приймання та розміщення вантажу на митний склад, дотримання вимог щодо зберігання товарів під митним контролем, облік товару, маркування вантажу, відбір зразків, палетизація вантажу, комплектація партій вантажу, відвантаження товарів з митного складу, обмін документами з замовником.

7. Організація надання послуг в сфері ЗЕД, що передбачають такі види робіт: отримання замовлення від замовника, визначення деталей нової заявки, перевірка повноти отриманої інформації та документів, консультація замовника з приводу отримання всіх необхідних дозвільних документів, комунікація з агентом з митного оформлення, логістами, проведення контролю за виконанням навантажувально-розвантажувальних робіт та контролю за місцезнаходженням транспорту з вантажем, контроль проходження митного та прикордонного контролю [4].

При проведенні PEST-аналізу потрібно враховувати такі дві позиції:

– аналіз стратегічних чинників кожного з компонентів повинен бути достатньо системним, тому що всі компоненти між собою взаємопов'язані [5];

– PEST-аналіз – це інструмент, що історично склався з чотириелементного стратегічного аналізу, але потрібно пам'ятати, що нинішня ситуація складніша. Діяльність кожного підприємства в зовнішньому середовищі також залежить від власного набору ключових чинників, який найбільш впливає на його бізнес. Тому кількість елементів для аналізу може бути збільшена [6].

Таблиця 1 – PEST-аналіз діяльності транспортно-експедиторських підприємств України

Політико-правові чинники	Економічні чинники:
1. Політичний режим у країні та ступінь його стабільності; 2. Зміни у законодавстві; 3. Характер взаємодії політики та бізнесу; 4. Позиція держави стосовно іноземного капіталу, створенню спільних підприємств; 5. Національне законодавство (податкове, трудове, зовнішньоекономічне, і т. д.) та його відповідність нормам міжнародного права; 6. Необхідність додержання норм під час імпорту та експорту продукції.	1. Спільна економічна ситуація (ВВП, національний дохід, темпи росту, спільні інвестиції, інфляція); 2. Митні бар'єри; 3. Частка державного сектору; 4. Характер державного регулювання грошового обороту; 5. Рівень ділової активності; 6. Інвестиційний клімат; 7. Рівень безробіття.
Соціокультурні чинники:	Технологічні чинники:
1. Активність споживачів; 2. Наявність бази для підготовки та перекваліфікації кадрів; 3. Психологічний клімат у трудовому колективі.	1. Захист інтелектуальної власності; 2. Державна політика в області НТП; 3. Використання інноваційних транспортних технологій; 4. Рівень ефективності каналів збуту.

Середовище постійно змінюється, тому для діагностики стану транспортно-експедиторських підприємств необхідно мати інформацію про характер змін, що можуть відбуватися в зовнішньому середовищі. Така діагностика проводиться переважно за допомогою матричного методу [7]. Сучасний розвиток зовнішньоекономічної діяльності України відбувається в умовах інтеграційних процесів, що супроводжується певними ризиками, які пов'язані з безліччю умов і факторів, а також мають значний вплив на результативність господарювання і розвиток конкурентних ринків.

#### Список використаних джерел

1. Литвиненко С.Л. та ін. Транспортно-експедиторська діяльність: Навчальний посібник 2-е видання. – К. : Кондор, 2016. – 184 с.
2. Нагорний Є.В. Транспортно - експедиторська діяльність / Є.В. Нагорний, Д.В. Ломотько, Н.Ю. Шраменко та ін. : підручник. – Х. : ХНАДУ, 2012. – 352 с.
3. Запара В. М. Транспортно-експедиторська діяльність: Навч. посібник / В. М. Запара, С. М. Продашук, А. Л. Кравець та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 214 с.
4. Галушка З.І., Лусте О.О. Стратегії розвитку бізнесу: теорія і практика. Навчальний посібник. Чернівці. ЧНУ, 2021. 180 с.
5. Ганін В. І., Борох С. В. Стратегічні аспекти управління зовнішньоекономічною діяльністю підприємства. Економічний аналіз. Тернопіль, 2018. Том 28. № 3. С. 162-169.
6. Грущинська Н.М. Зовнішньоторговельні операції. – Київ: ДАУ, 2014. – 260 с.
7. Чухлата Ж. Г. Особливості стратегічного управління підприємством в сучасних умовах. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2018. № 62. С. 362–367. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://btie.kart.edu.ua/article/view/133978>.

**Кривенко Анастасія Олегівна** – студентка групи МП-1м, факультету транспортних та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, e-mail: [krivenkoa2506@gmail.com](mailto:krivenkoa2506@gmail.com).

**Лебідь Ірина Георгіївна** – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: [i.h.lebed@gmail.com](mailto:i.h.lebed@gmail.com).

**Kryvenko Anastasiia** – student of MP-1m group, Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, e-mail: [krivenkoa2506@gmail.com](mailto:krivenkoa2506@gmail.com).

**Lebid Iryna** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of International Transportation and Customs Control, National Transport University, e-mail: [i.h.lebed@gmail.com](mailto:i.h.lebed@gmail.com).

УДК 629.3.017

Кривошапов С. І., к.т.н., доц.; Горбiк Ю. В., к.т.н., доц.; Каишканов В. А., к.т.н., доц.

## ОСОБЛИВОСТІ НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ

*Розглянуті особливості умов експлуатації, швидкісного режиму руху, навантаження, застосування приводу додаткового та допоміжного устаткування для автомобілів, які застосовуються у екстреної медичної допомоги.*

*The peculiarities of operating conditions, speed mode, load, application of the drive from additional and auxiliary equipment used in emergency medical care are considered.*

**Вступ.** Джерелом енергії, яка потрібна для забезпечення рушійної сили, для великої кількості автомобілів залишається рідке паливо. Кошти, які необхідні для придбання паливно-мастильних матеріалів, відносять до експлуатаційних витрат. Для неприбуткових організацій, до яких належать установи медицини, всі експлуатаційні витрати покриваються за рахунок бюджетного фінансування. Надмірне споживання палива – це нецільове витрачання державних коштів або шахрайство, а недостатнє фінансування не дозволить придбати необхідну кількість пального, що приведе до неможливості рухомому складу виконувати свою роботу.

Нормування паливно-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті України відбувається відповідно до методики [1]. Проте автомобілі швидкої медичної допомоги, як клас спеціалізованого рухомого складу, у цих нормативах не відзначені. Використовувати для таких автомобілів норми витрати палива, які розроблені для базового транспортного засобу, на основі якого створено швидку медичну допомогу, не завжди доцільно. Автомобіль швидкої медичної допомоги суттєво модифікується (видозмінюється), а режими експлуатації таких машин мають деякі суттєві особливості, які значно впливають на фактичну витрату паливно-мастильних матеріалів.

**Результати дослідження.** Автомобілі швидкої медичної допомоги під час перевезення тяжких хворих, коли використовується спеціальне сигнальне обладнання, можуть відходити від деяких вимог регулювання дорожнім рухом [2]. Інші учасники дорожнього руху повинні пропускати автомобілі, на яких включені спеціальні світлові сигнали, аж до повної зупинки. Мають пріоритет проїзду перехресть та руху на спусках, можуть ігнорувати сигнали регулювання та знаків, які забороняють або обмежує рух. Швидкісний режим автомобілів швидкої медичної допомоги буде вищим, ніж для інших учасників руху [3]. При цьому водії швидкої допомоги повинні забезпечувати безпеку на дорозі всіх учасників руху та медичного персоналу [2].

Підвищення середньої технічної швидкості спричинить збільшення кількості прискорення та уповільнення автомобіля, тобто. збільшувати нерівномірність зміни швидкості, яку можна характеризувати таким параметром, як «шум прискорення» [4]. Підвищення швидкості та нерівномірність руху веде до зростання витрати палива.

Спеціалізовані автомобілі швидкої медичної допомоги створюються, як правило, на базі шасі базового автомобіля, шляхом встановлення кузова та розміщення в ньому додаткового обладнання. Переобладнання автомобіля призводить до збільшення власної маси транспортного засобу, який не покривається методикою коригуванням базової норми витрат палива згідно з положенням [1].

Методика [5] дозволяє розрахувати за математичною моделлю норму витрати палива залежно від середньої технічної швидкості та реальної маси транспортного засобу.

Автомобілі швидкої допомоги обладнуються спеціальним обладнанням, наприклад дефібрилятором, електрокардіографом, кисневим обладнанням, носилками, наборами для

надання медичної допомоги [6]. Додаткове обладнання, медична бригада, хворий та супроводжуючі особи збільшує фактичну вагу транспортного засобу, що необхідно враховувати при нормуванні витрат палива.

Пред'являється підвищені вимоги до енергетичної системи автомобілів швидкої допомоги, на яких повинні бути встановлені акумуляторні батареї ємністю не менше 130 А·год, встановлювати генератори потужністю не менше 1500 Вт [7]. Для автомобіля, що стоїть та не рухається, генератор повинен забезпечувати постійну електричну потужність не менше 40 % [7]. Енергетична система має забезпечувати роботу систем самого автомобіля, електропостачання медичного обладнання, освітлення салону та спеціальної світлової сигналізації, живлення засобів зв'язку. Додаткове навантаження та енергетична система автомобіля потребує підвищеної витрати палива на привід генератора.

Автомобілі швидкої допомоги обладнуються системами опалення, кондиціонування та вентиляції салону, що має забезпечувати температуру повітря в салоні  $20 \pm 2$  °С. Час досягнення температури в салоні не повинен бути більше 30 хвилин при обігріві, коли температура зовнішнього повітря -25 °С, або при кондиціонуванні, коли зовнішня температура складає +40 °С [7].

Автомобіль швидкої медичної допомоги категорії В та С повинні бути обладнані автономним опалювальним обладнанням та системою автономного підігріву двигуна [8]. На роботу таких систем також витрачається додаткове паливо.

Для залучення уваги на спеціальний автомобіль встановлюють світлову сигналізацію та маячки, засоби зв'язку та звукову сигналізацію. На даху розміщують люки та встановлюють зовнішні елементи системи кондиціонування салону. Ці та інші виносні елементи знижують обтічність кузова автомобіля та підвищують витрату палива.

До автомобілів швидкої допомоги висуваються підвищені вимоги до розміру салону. Висота від поверхні підлоги до стелі в робочій зоні має бути не менше 1250 мм, для автомобілів класу А, і для класу С - не менше 1760 мм [8].

Необхідність розташовувати носилки, додаткових місць для сидіння персоналу та супроводжуючих осіб, додаткового обладнання, а також повинна бути мінімальна вільна зона для роботи медичного персоналу з надання невідкладної допомоги під час транспортування хворого, призводить до збільшення ширини кузова автомобіля.

Довжина салону повинна забезпечувати комфортне розташування хворого в лежачому положенні, а для автомобілів категорією В і С - має бути передбачене місце біля узголів'я нош. Все це призводить до збільшення габаритних розмірів кузова автомобіля, отже, до підвищення аеродинамічного опору повітря в процесі руху, що особливо проявляється під час руху на підвищених швидкостях.

Спеціалізовані реанімаційні автомобілі можуть оснащуватися додатковим медичним обладнанням, для роботи якого потрібні стабільні джерела електроенергії. Інкубатори для новонароджених вимагають підтримки постійної температури в камері та працездатності системи життєзабезпечення немовлят. Реанімаційні автомобілі повинні забезпечувати електроенергією інкубатори протягом пологів, які можуть тривати кілька годин, та у процесі транспортування новонароджених, тобто. під час стоянки та руху транспортного засобу. Для таких автомобілів норма витрати палива має бути визначена не тільки в л/100 км, а також за час простою в л/год.

Методика [9] дозволяє зробити розрахунок годинної витрати палива бензинового чи дизельного двигуна, коли автомобіль не рухається.

Обладнання, яке встановлюється в пересувних стоматологічних або рентгенових кабінетах, споживають значну електроенергію. Наприклад, рентгенівські генератори, які встановлюватимуться на спеціалізованому автомобілі, можуть споживати потужність від 32 кВт (CPI SMP) до 100 кВт (INDICO IQ). Оскільки спеціальне обладнання працює тільки на нерухомому автомобілі, то норму споживання палива для електрогенератора необхідно визначати в л/год.

Методика [10] дозволяє визначити норму витрати палива автономних бензинових чи дизельних генераторів

**Висновки.** Відповідно до положення [1] нормування витрати палива на автомобільному транспорті має максимально враховувати всі експлуатаційні фактори. Оскільки автомобілі швидкої медичної допомоги експлуатуються в особливих умовах, то умови експлуатації таких автомобілів потрібно враховувати при нормуванні витрати палива. Рекомендується для автомобілів швидкої допомоги розробляти та встановлювати індивідуальні норми витрати палива з урахуванням їх конструктивних особливостей.

#### Список використаних джерел

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. [3-я ред., доп. та переробл.] Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2012. 120 с.
2. Правила дорожнього руху України. Київ : Укрспецвидав, 2020. 64 с.
3. Lupa, M., Chuchro, M., Sarlej, W. et al. Emergency ambulance speed characteristics: a case study of Lesser Poland voivodeship, southern Poland. *Geoinformatica* 25, 775–798 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10707-021-00447-w>.
4. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. М.: Транспорт, 1972. 423 с.
5. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований) [текст] : монография / Н.Я. Говорущенко. Харьков: ХНАДУ, 2011. 292 с..
6. Медико-технічні вимоги до спеціалізованого санітарного транспорту типів В і С. Наказ Міністерство охорони здоров'я України № 1055 від 30.05.2021 р. URL: [https://moz.gov.ua/uploads/6/31879-dn\\_1481\\_19\\_07\\_2021\\_dod.pdf](https://moz.gov.ua/uploads/6/31879-dn_1481_19_07_2021_dod.pdf) (дата звернення 10.04.2023).
7. Белозеров В.В., Видецких Ю.А., Викулин В.В. и др. «БАКСАН-ПА»: Автомобиль скорой пожарной помощи. *Современные проблемы науки и образования*. 2006. № 4. С. 96-98.
8. Колісні транспортні засоби. Автомобілі швидкої медичної допомоги. Порядок: ДСТУ EN 1789:2019. [Чинний від 01.01.2020]. К.: Держстандарт України, 2019. 12 с. (Національний стандарт України).
9. Krivoshepov S.I., Nazarov A.I., Mysiura M.I., Marmut I.A., Zuyev V.Аю, Bezridnyi V.V., Pavlenko V.N. "Calculation methods for determining of fuel consumption per hour by transport vehicles", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 977 (2020) 012004. - doi:10.1088/1757-899X/977/1/012004.
10. Кривошапов С.І. Математичне моделювання щодо розрахунку годинної витрати палива для малопотужних бензинових і дизельних генераторів *Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування*. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2023. С 113-116.

**Кривошапов Сергій Іванович** – к.т.н., доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: keat@khadi.kharkov.ua.

**Горбик Юрій Васильович** – к.т.н., доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: yuragorbik@gmail.com.

**Кашканов Віталій Альбертович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash\_2004@ukr.net.

**Krivoshepov Sergey** – PhD. (Eng.), Associate Professor of the Department of “Technical operation and service of vehicles named after professor Govorushchenko M.Ya.”, Kharkov National Automobile and Road University, e-mail: keat@khadi.kharkov.ua.

**Gorbik Yriy** – PhD. (Eng.), Associate Professor of the Department of “Technical operation and service of vehicles named after professor Govorushchenko M.Ya.”, Kharkov National Automobile and Road University, e-mail: yuragorbik@gmail.com.

**Kashkanov Vitaliy** – PhD. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kash\_2004@ukr.net.

УДК 656.078.12

Кужель В. П., к.т.н., доц.; Костенюк В. О.

## МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ВПРОВАДЖЕННЯМ СИСТЕМ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

*Проаналізовані характеристики таких систем контрейлерних перевезень як CargoSpeed (Велика Британія), Flexiwaggon та MegaSwing (Швеція), CargoBeamer (Німеччина), Modalohr (Франція). Використання даних систем при виконанні контрейлерних перевезень суттєво зменшує витрати часу на формування контрейлерного потягу, що суттєво впливає на швидкість і ціну доставки вантажу до одержувача.*

*The characteristics of such counter-trailer transportation systems as CargoSpeed (Great Britain), Flexiwaggon and MegaSwing (Sweden), CargoBeamer (Germany), Modalohr (France) were analyzed. The use of these systems when carrying out cross-rail transportation significantly reduces the time spent on forming a cross-rail train, which significantly affects the speed and price of cargo delivery to the recipient.*

**Вступ.** Поступова інтеграція України в Європейський Союз вимагає використання сучасних організаційних форм та прогресивних технологій у перевізному процесі. Контрейлерні перевезення є одним із інструментів розвитку транспортної системи в Україні.

Зазначимо, що наприклад в січні 2022 року обсяг перевезень, які здійснювала “Укрзалізниця”, суттєво збільшився (транзит, зокрема, зріс на 38,8%, якщо порівнювати з січнем 2021 року), але з початком війни в Україні – скоротився. Майже на чверть зменшились внутрішні перевезення (здебільшого зернових та залізо-рудної сировини), а також імпорт та транзит.

Сферу експортних перевезень наразі характеризують кілька факторів. З початку війни стабільно працюють 10 пунктів пропуску з країнами ЄС: 4 – із Польщею, 2 – зі Словаччиною, 2 – із Румунією та 2 – із Угорщиною. У західному напрямку даний вид перевезень гальмує необхідність переходити з української ширини колії на європейську [1-4].

Тому останні десять років автомобільний транспорт здійснює доволі успішну експансію на ринку вантажних перевезень України, у той час як його конкуренти послаблюють свої позиції. Такий тренд є вкрай загрозливим, оскільки з точки зору завдань і зобов’язань України, залізничний і водний транспорт повинні нарощувати свої ринкові частки перевезень.

Контрейлерним перевезенням властиві такі переваги як поєднання якостей двох домінуючих видів транспорту – маневреності, оперативності і швидкості автомобільного транспорту і високої продуктивності, незалежності від погодних умов і безпеки залізничного транспорту

На сьогоднішній день в світі розроблено чимало систем доставки вантажів комбінованими видами транспорту [3-7]. Розрізняють два основні види контрейлерних перевезень [1-3, 5-7]: 1) з супроводом, коли при перевезенні транспортного засобу водій прямує разом з ним в окремому пасажирському вагоні; 2) без супроводу, до яких відносяться перевезення контейнерів, знімних кузовів, причепів та напівпричепів.

Результаті дослідження. Проаналізуємо основні характеристики систем контрейлерних перевезень [5-7]:

Система CargoSpeed (Велика Британія) використовує принцип Roll-On / Roll-Off і не потребує підйому. Система CargoSpeed також стає екологічно чистою і здатна економно перевезти значну частину існуючих автомобільних вантажів на залізницю, тим самим зменшуючи затори на дорогах. Термінали чистіші, тихіші та енергоефективніші в експлуатації, ніж існуючі альтернативи з дизельними тепловозами.

Для завантаження/вивантаження використовується спеціальна платформа (wellfloor) для фургона, а також відповідний механізм для підйому і повороту платформи (рис. 1). Система потребує наявності терміналу для більш ефективної роботи.



Рисунок 1 – Основні робочі положення платформи системи CargoSpeed

Система Flexiwaggon (Швеція): необхідне обладнання інтегровано в кожен вагон. Flexiwaggon може рухатися зі швидкістю до 160 км/год. Завантаження або розвантаження всього складу займає 10 хвилин. Водій керує завантаженням або розвантаженням своєї вантажівки. В принципі, процеси завантаження та розвантаження можуть відбуватися де завгодно. Єдина вимога - міцна основа, достатньо тверда, щоб витримати вагу транспортного засобу, який завантажується або розвантажується. Рама, на якій стоїть вантажівка, може відкриватися з обох кінців і повертатися вліво і вправо. Вантажівка може під'їжджати і від'їжджати від вагона, без необхідності руху заднім ходом. Суть технології полягає у використанні спеціалізованої платформи, яка дозволяє здійснювати розвантаження-вивантаження автопоїзда практично в будь-якому місці (рис. 2, 3). Потрібна лише наявність твердої рівної поверхні, здатної витримати вагу транспортного засобу, що підлягає завантаженню та розвантаженню. Це звільняє від необхідності будівництва спеціалізованого терміналу та робить представлений варіант досить дешевим у реалізації.



Рисунок 2 – Зображення контрейлерного перевезення за системою Flexiwaggon

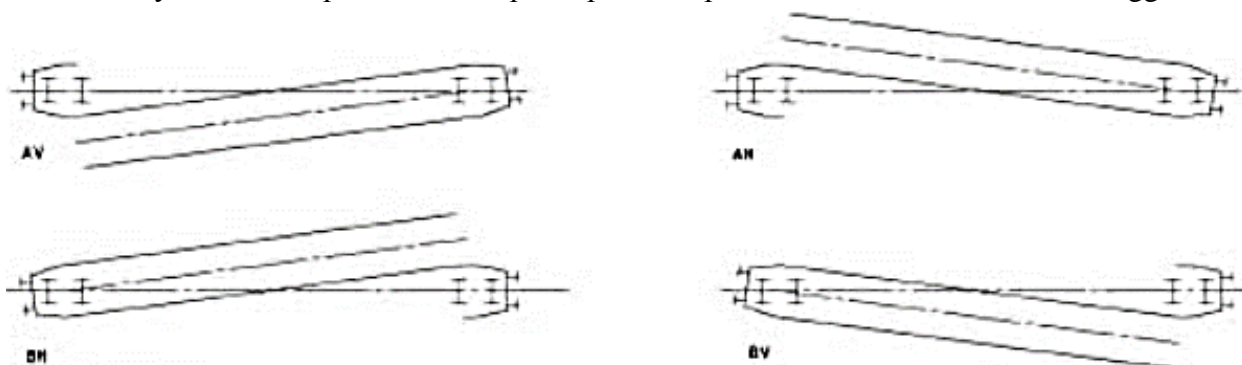


Рисунок 3 – Схема режимів навантаження/розвантаження Flexiwaggon



Система MegaSwing (Швеція) може перевозити будь-які напівпричепи. Це означає значне розширення ринку залізничних перевезень (тобто 100% причепів на європейських дорогах, а не лише нинішні 5%). Цілий потяг можна завантажити за 30 хвилин, а один вагон - менш ніж за 3 хв. Оскільки тягачі терміналу можуть швидко перевантажити вантаж у відкритий вагон (наприклад, з порома або іншого поїзда), проміжне зберігання не потрібне. Аналогічно, немає необхідності у використанні маневрових вагонів - навантаження і розвантаження може здійснюватися під повітряними контактними лініями. Це усуває дорогий рух поїздів до/від терміналів і скорочує час обертів (рис. 4).

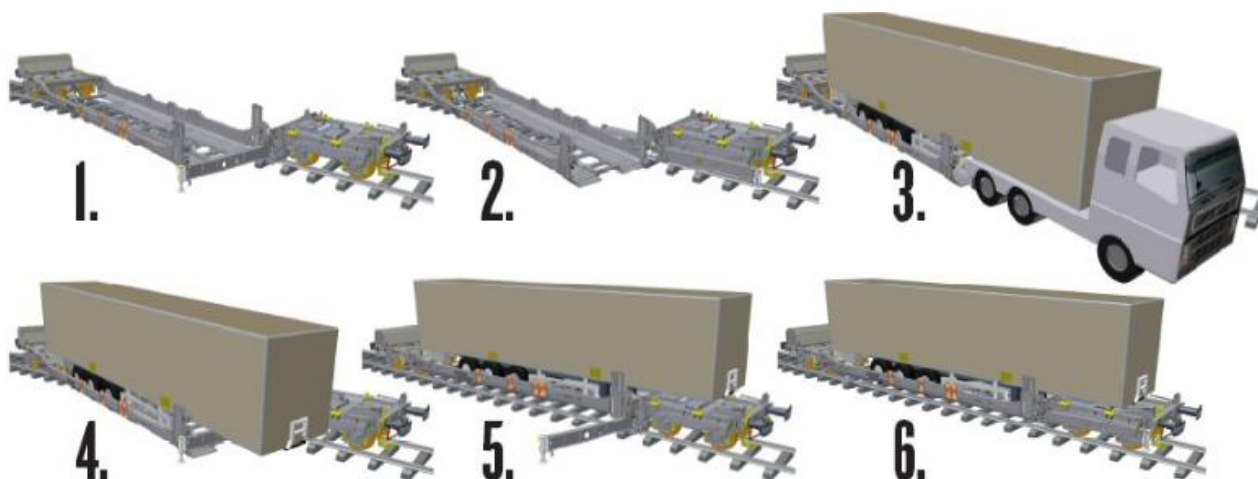


Рисунок 4 – Схема перевантаження напівпричепів MegaSwing

Система CargoBeamer (Німеччина) є представником технології горизонтального перевантаження автомобільних причепів. Вона пропонує досить продуману і легко керовану систему горизонтального перевантаження, але вона є складною для реконструкції існуючого терміналу. Крім того, вагони мають складну конструкцію, а отже, їх ціна є значно вищою, ніж було б доцільно для системи, яка хоче конкурувати на відкритому ринку, особливо з автомобільним транспортом. Функціонування системи показано на рисунках нижче. Вантажівка після прибуття повинна пройти через ворота. Шлюз називається CargoGate (Ворота до терміналів, які використовуються для реєстрації транспортних засобів (вантажів) при їх прибутті та відправленні), там відбувається реєстрація. Напівпричіп відчіплюється від тягача у визначеному місці, а тягач відчіплює інший напівпричіп, підготовлений до відправлення, в іншому визначеному місці. Перший (підвішений) напівпричіп чекає на прибуття поїзда (CargoJet - поїзда для технології CargoBeamer) (рис. 5, 6).



Рисунок 5 – Термінал CargoBeamer в м. Лейпциг



Рисунок 6 – Термінал CargoBeamer в Лейпцигу

Система Modalohr (Франція) призначена для перевезення напівпричепів і автопоїздів (що складаються з тягача і напівпричепи) і базується на абсолютно новій конструкції зчепленого залізничного вагона і горизонтальному перевантаженні за допомогою поворотних майданчиків на вагонах і суцільних рампах. Основними елементами системи є: зчеплений вагон, обладнаний поворотною навантажувальною частиною для зберігання напівпричепи (вантажівки); внутрішньозаводська рампа (похила) з підйомним пристроєм, розташованим під залізничним вагоном.



Рисунок 7 – Термінал Modalohr в м. Беттембург та схема завантаження

Наведемо характеристики систем контрейлерних перевезень (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння інноваційних контрейлерних систем перевезення

	CargoSpeed	Flexiwaggon	Megaswing	CargoBeamer	Modalohr
Максимальна швидкість	120 км/ год	120 км/ год	120 км/ год	120 км/ год	120 км/ год
Час пересадки з поїзда	5 хв	10 хв	5 хв	5 хв	5 хв
Кількість перевезених напівпричепів (поїзд 750 м)	42	35	42	32	40
Перевантаження в терміналі	Горизонтальне	Горизонтальне	Горизонтальне	Горизонтальне	Горизонтальне
Присутність вантажників при перевантаженні	Так	Так	Так	Ні	Ні
Паралельне навантаження/розвантаження	Так	Так	Так	Так	Так
Максимальна вантажопідйомність	38,5 тон	44 тони	38,5 тони	44 тони	38 тон

**Висновки.** Після порівняльного аналізу існуючих систем, для впровадження в Україні можна запропонувати систему Modalohr (Франція), яка пристосована для перевезення і як окремих напівпричепів, так і автопоїздів, а також має розгалужену мережу діючих маршрутів

Відмітимо, що контрейлерні маршрути для внутрішніх перевезень України не дуже перспективні, оскільки використовувати потяг має сенс лише для подолання відстаней у тисячу кілометрів і більше, тому контрейлер в країні має бути орієнтований в основному на транзитний потенціал. Отже, для ефективного здійснення контрейлерних перевезень як одного із інструментів розвитку інтегрованих транспортних систем країни потрібно досліджувати світовий та вітчизняний досвід організації перевезень, проблеми, з якими стикаються українські вантажоперевізники, а особливо зосередити увагу на подальшому врегулюванні митних процедур перетину кордонів. Хоча з іншого боку використання контрейлерного сполучення при міжнародних перевезеннях вантажів саме для України може вирішити ряд поточних проблем: проблему завантаженості автомобільних доріг; проблему обмеженої кількості дозволів на перевезення, у тому числі і транзитних; зменшення аварійності та порушень правил дорожнього руху; проблему перевезення великовагових та небезпечних вантажів; підвищення транзитного потенціалу країни з найменшими витратами.

### Список використаних джерел

1. Литвин О.В. Порівняльна характеристика існуючих систем організації контрейлерних перевезень у світі/О.В. Литвин // Вісник Національного транспортного університету. - 2018. - №1 (31). - С. 324-332
2. The Impacts of Globalisation on International Road and Rail Freight Transport activity. Past trends and future perspectives. Global Forum on Transport and Environment in a Globalising World 10-12 November 2008, Guadalajara, Mexico
3. International LPI. Global Rankings 2019. The World Bank Group: офіц. веб-сайт URL: <https://lpi.worldbank.org/international/global/2019> (дата звернення: 10.04.2023)
4. Баланов В. О. Розвиток контрейлерних перевезень в Україні та досвід перевезень в європейських країнах / В. О. Баланов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2012. - Вип. 4. - С. 5-8
5. Ширяєва С. В. Аналіз закордонного досвіду організації автомобільно-залізничних перевезень вантажів / С. В. Ширяєва, Т. І. Конрад // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 292-297
6. Кирпа, Г. М. Підвищення ефективності використання рухомого складу для інтенсифікації перевезень у міжнародному сполученні / Г. Н. Кирпа // Праці Західного нау. центру ТАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 2006. – № 13. – С. 40-50.
7. Демін, Ю. В. Технічне забезпечення контрейлерних перевезень міжнародними коридорами України / Ю. В. Демін, Г. М. Кирпа // Залізничн. трансп. України. – 1997. – № 1. – С. 28-32.

**Кужель Володимир Петрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Костенюк Владислав Олександрович** – студент групи 1ТТ-21мс, факультет машинобудування та транспорту, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [vladkosteniuk2002@gmail.com](mailto:vladkosteniuk2002@gmail.com)

**Kuzhel Volodymyr** - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Kosteniuk Vladyslav** - student of group 1TT-21ms, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [vladkosteniuk2002@gmail.com](mailto:vladkosteniuk2002@gmail.com)

УДК 629.08

Лагошина О. О.; Ходос О. Г.; Губрієнко Д. В.

## ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВТОРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуто перспективу використання програми Autodesk Inventor при реалізації 3D моделей авторемонтних підприємств з урахуванням вимог системи проектної документації на будівництво (СПДБ).

The prospect of application of the program Autodesk Inventor at implementation of 3D models of car repair service enterprises considering the requirements of the system of project document for building is examined (SPDB).

**Вступ.** Комп'ютерне проектування у різних сферах стає невід'ємною частиною життя. Сучасний фахівець має володіти навичками роботи з графічними системами, такими як Autodesk Inventor. Це дозволяє успішно вирішувати навчальні завдання під час виконання лабораторних робіт, а також курсових та кваліфікаційних робіт.

**Результати дослідження.** Обов'язковим етапом будівництва будь-якої споруди і будівлі є проектування. Це фундаментальний комплекс робіт з розробки єдиної системи, який включає інженерні, технологічні, конструктивні, архітектурні та проектні рішення. Проектування будівлі - важливий етап проекту, від якості якого залежить комфорт роботи, надійність конструкції, безпека і привабливий зовнішній вигляд [1-3].

Етапи проектування авторемонтних підприємств, які виконуються студентами для навчальних цілей при вивченні дисципліни «3D проектування СТО» можна розділити на 3 етапи:

- 1 етап – розрахунок авторемонтного підприємства;
- 2 етап – створення планувальних рішень будівель та земельної ділянки;
- 3 етап – створення об'ємно-планувального рішення.

При виконанні першого етапу студенти з допомогою програмного продукту Excel виконують розрахунок необхідних площ з врахуванням виконуваних робіт на СТО [4].

Характеристики ТЗ*	Марка автомобіля	Рівень збільшення площі з урахуванням обслуговування різних типів авто	Кількість автомобілів з об'ємом обслуговування, шт	Кількість автомобілів, що обслуговуються за рік, шт
< 1,2	Особистий малоліт. легк. авто	270	2	120
1,2-1,8	Малий клас легк. авто	340	1,7	180
1,8-3,5	Середній клас легк. авто	370	3,5	140
> 3,5	Високий клас легк. авто	150	1,5	150
	Ітого	930		340

Вид робіт	Кол постов	Кп	Fп, м2
діагностичні	1	4,5	44,46
ТО, мастильні	3	4,5	133,38
регулювальні по установці кутів керування коліс	1	8,5	83,98
ремонт і регулювання гальм	1	4	39,52
електротехнічні	0	4	0
обслуговування приладів системи живлення	0	4	0
аккумуляторні	0	4	0
шпномонтажні	0	4	0
ремонт вузлів систем і агрегатів	1	4	39,52

Рисунок 1 – Приклад виконаного розрахунку СТО у програмі Excel

Якщо планується реконструкція СТО, то спочатку необхідно провести розмірні або розмірно-дослідницькі роботи, під якими розуміють комплекс заходів щодо визначення реальних параметрів несучих конструкцій і оздоблювальних елементів.

Будь-які розмірні роботи виконуються під час обстеження будинків та споруд із наступним складанням обмірних креслень. Крім цього, будинки обмірюють і в інших випадках:

- під час експлуатації;
- перед ремонтом;
- під час проведення реконструкції;
- перш ніж розпочати капітальний ремонт;
- для складання паспорта будівельного об'єкту;
- для уточнення технічних показників (площі та об'єму).

Під час проведення розмірних робіт розміри наносяться на абрис – заздалегідь підготовлений план. У такому разі є необхідність перевірки розмірного ланцюжка, який повинен збігатися із загальним розміром. Великі території краще вимірювати за допомогою геодезичних приладів, що дозволяють зафіксувати відхилення розмірів щодо заданих параметрів. Наприклад, усунення стіни зі своєї координаційної осі, незначне кутове зміщення та інші особливості, що виникають у процесі тривалої експлуатації будівель.

На другому етапі виконується дизайн-проект СТО. Дизайн-проект - це комплекс робіт, який включає розробку екстер'єру та інтер'єру проектованої будівлі відповідно до обраного функціонального призначення і стильового напрямку.

Комп'ютерне моделювання необхідно в першу чергу для візуалізації архітектурних рішень.

Переваги тривимірного моделювання:

- можливість розглянути модель з будь-якої точки;
- автоматична перебудова змін;
- реалістичність тонування;
- інженерний аналіз.

Комп'ютерна програма Autodesk Inventor дозволяє створити об'ємну комп'ютерну модель. В об'ємності моделі і складається одне з головних достоїнств. Модель можна повертати і масштабувати за бажанням. При цьому легко помітити помилки стикування в проєкті і оцінити ступінь його відповідності початкової ідеї, а також виконати перевірку [5].

Перед початком проектування потрібно поповнити базу даних обладнання, виробів і матеріалів, які найчастіше застосовуються в проектуванні СТО. Для поповнення бази даних новими графічними образами (тривимірними моделями устаткування) необхідно призначити відповідального виконавця (чи групу виконавців), який зробить підбір новітніх матеріалів або виконає моделювання нового устаткування.

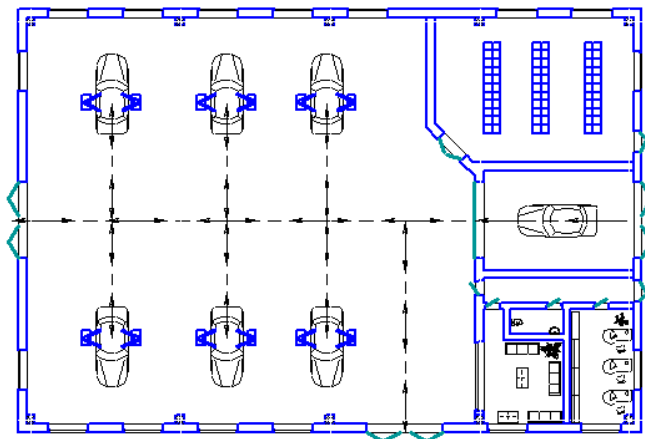


Рисунок 2 – Приклад планувального рішення будівлі СТО у програмі Autodesk Inventor

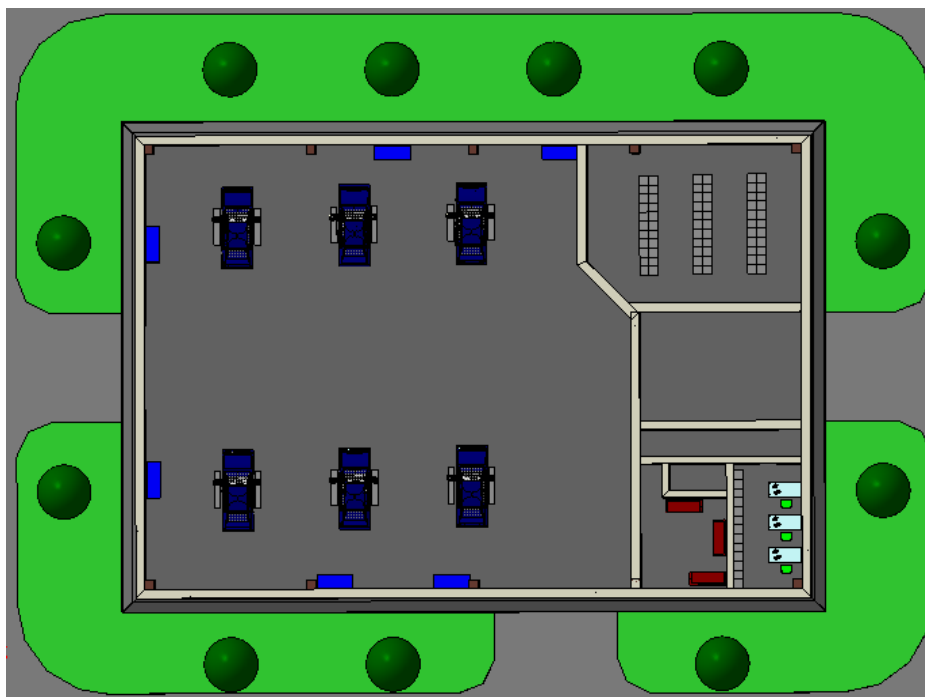


Рисунок 3 – Приклад планувального рішення будівлі та земельної ділянки СТО у програмі Autodesk Inventor

Розробка 3D-моделі здійснюється в кілька етапів.

1. Моделювання або створення геометрії моделі. Мова йде про створення тривимірної геометричної моделі, без обліку фізичних властивостей об'єкту. В якості прийомів використовується: вичавлювання, модифікатори, полігональне моделювання, обертання.

2. Текстурування об'єктів. Рівень реалістичності майбутньої моделі безпосередньо залежить від вибору матеріалів для створення текстур.

3. Коригування світла і місця спостереження. Один з найскладніших етапів у створенні 3D-моделі. Адже саме від вибору тону світла, рівня яскравості, різкості і глибини тіней залежить реалістичність сприйняття зображення. Крім того, необхідно вибрати місце спостереження за об'єктом. Це може бути вид з висоти пташиного польоту або масштабування простору з досягненням ефекту присутності в ньому.

4. 3D-візуалізація. Завершальний етап 3D-моделювання. Він полягає в деталізації налаштувань відображення 3D-моделі: у додаванні графічних спецефектів, таких, як відблиски, сяйво і подібне.

Останній етапи проектування авторемонтних підприємств, які виконуються студентами при вивченні дисципліни «3D проектування СТО» полягає в створенні об'ємно-планувального рішення. Цей етап покликаний вирішити тільки компоновання СТО, так що необхідно уникнути найбільш поширеної помилки - не заглиблюватися в деталізацію.

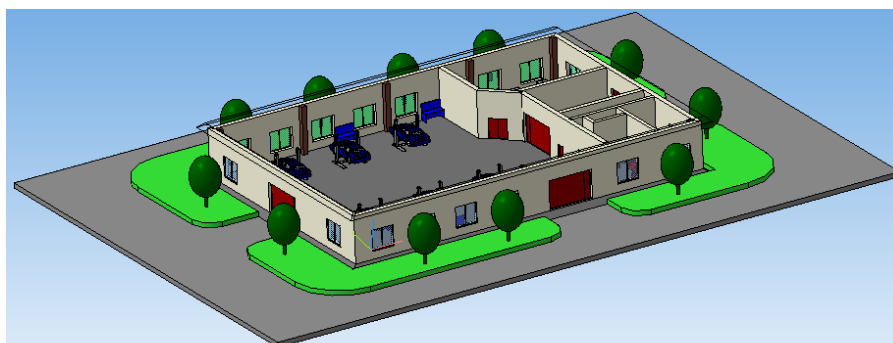


Рисунок 4 – Приклад створеного у програмі Autodesk Inventor СТО

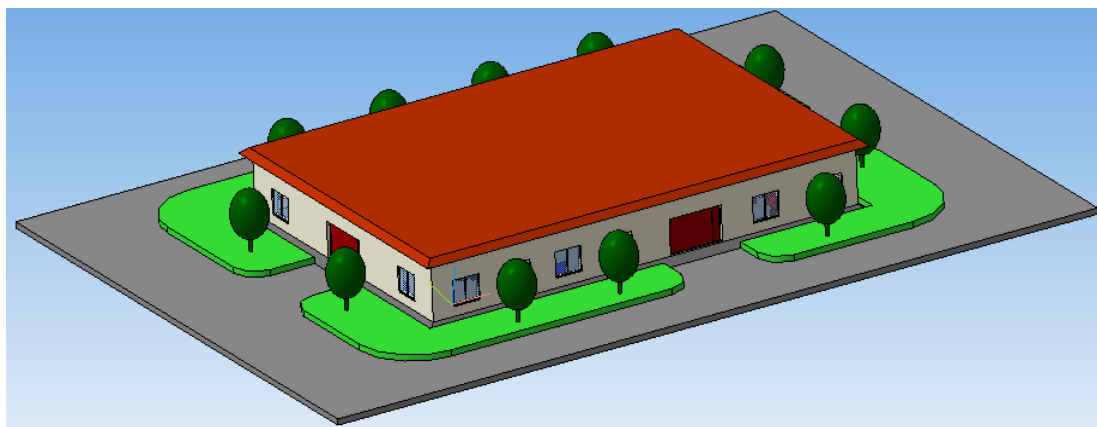


Рисунок 5 – Приклад створеного у програмі Autodesk Inventor СТО

**Висновки.** Таким чином, розроблена методика проектуванні авторемонтних підприємств з використанням інформаційних технологій 3D проектування у програмі Autodesk Inventor є проста, зрозуміла та максимально наближена до оптимальної методики виконання будівельних креслень відповідно до вимог СПДБ. Можна припустити, що знання, вміння та навички, отримані студентами у процесі занять, допоможуть у виконанні курсової та кваліфікаційної роботи.

#### Список використаних джерел

1. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Затв. наказом Міністерства транспорту України від 30.03.98 р. № 102.
2. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів. Затв. наказом Міністерства України 11.11. 2002 р. № 792 (зі змінами та доповненнями).
3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. – К.: Знання, 2004. – 478 с.
4. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів напряму підготовки 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: П.В. Литвин, О.Г. Ходос. – Д. : Національний гірничий університет. –2013. – 115 с.
5. L. Scott Hansen. Autodesk Inventor 2022: A Tutorial Introduction 1st Edition / L. Scott Hansen. – SDC Publications, 2021. – 490 p.

**Лагошна Олена Олександрівна** – асистент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: lagoshna.o.o@nmu.one.

**Ходос Ольга Геннадіївна** – старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: khodos.o.h@nmu.one.

**Губрієнко Данило Вадимович** – студент групи 274-19-1, факультет механіко-машинобудівний, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: hubriienko.d.v@nmu.one.

**Lahoshna Olena** – Assistant Professor of the Department of Automobiles and Automobile Economy, Dnipro University of Technology, e-mail: lagoshna.o.o@nmu.one.

**Khodos Olga** – Senior Lecturer of the Department of Automobiles and Automobile Economy, Dnipro University of Technology, e-mail: khodos.o.h@nmu.one.

**Hubriienko Danilo** – student of group 274-19-1, Faculty of Mechanical Engineering, Dnipro University of Technology, e-mail: hubriienko.d.v@nmu.one.

УДК 656.073.53

Лебідь Є. М., к.т.н., доц.

## РОЛЬ КОМУНІКАТИВНИХ НАВИЧОК ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

*Досліджено питання взаємодії суб'єктів ринку транспортних послуг при доставці товарів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні. Розглянуто переваги та недоліки стратегій, що можуть застосовуватися при організації співпраці українських та іноземних підприємств транспортно-логістичного комплексу.*

*The issue of the interaction of transport services market subjects during the delivery of goods by road transport in international traffic has been studied. Advantages and disadvantages of strategies that can be used in the organization of cooperation between Ukrainian and foreign enterprises of the transport and logistics complex are considered.*

**Вступ.** Організація транспортно-логістичного обслуговування замовників потребує залучення транспортно-експедиторських і митно-брокерських підприємств, складських організацій, митних органів та інших суб'єктів ринку транспортних послуг, які забезпечують здійснення зовнішньоторговельних операцій. Важливим аспектом є урахування того, що комунікативні тактики та стратегії повинні застосовуватися для налагодження організаційно-управлінських процесів як всередині підприємства, так і при співпраці з іншими організаціями за їх функціональним призначенням. Тому, доцільним є дослідження існуючих інструментів, здатних забезпечити високий рівень комунікації між підприємствами та організаціями на всіх етапах доставки товару.

**Результати дослідження.** Комунікативні навички фахівців транспортної галузі при організації міжнародних перевезень можуть бути такими:

1. Ефективна комунікація - це здатність передавати інформацію точно, зрозуміло та вчасно. Фахівці повинні вміти слухати та розуміти потреби клієнтів, а також мати грамотні навички письма та усної мови.

2. Надання консультацій і порад іншим - це здатність допомагати клієнтам у розв'язанні проблем та відповідати на їх запитання. Фахівці повинні володіти змістовними знаннями у сфері міжнародних перевезень та бути готовими відповісти на запитання, які можуть виникнути у клієнтів.

3. Зв'язки з громадськістю - це здатність встановлювати та підтримувати добрі взаємини з громадськістю. Фахівці повинні мати здатність ефективно спілкуватися зі ЗМІ, партнерами та іншими зацікавленими сторонами.

4. Управлінська адаптація - це здатність пристосовуватися до змін у ситуації та швидко приймати рішення. Фахівці повинні бути готовими до непередбачуваних ситуацій та вміти ефективно реагувати на них.

5. Управління та підтримка інших - це здатність керувати командою та підтримувати її членів. Фахівці повинні бути готові до співпраці з колегами та підтримувати їх у процесі роботи.

6. Уміння працювати в команді - це здатність ефективно співпрацювати з іншими членами команди за напрямками діяльності підприємства.

7. Управління конфліктом - це здатність ефективно вирішувати конфлікти між різними сторонами, такими як клієнти, постачальники, колеги та інші зацікавлені сторони. Фахівці повинні бути здатні розуміти інтереси та потреби кожної сторони конфлікту, визначати спільні точки та шукати компромісні рішення для досягнення спільних цілей. Крім того, фахівці



повинні вміти спокійно та професійно вирішувати конфлікти в емоційно навантажених ситуаціях та дотримуватися етики професійної поведінки.

Комунікація між суб'єктами ринку транспортних послуг здійснюється на засадах стратегій, таких як:

1. Інформативна стратегія комунікації полягає у передачі чіткої та точної інформації без спроб впливу на співрозмовника [1].

Переваги: чітка та точна інформація передається без спотворення; цільова аудиторія може оцінити та зрозуміти інформацію; дозволяє зменшити ризик непорозумінь та помилок.

Недоліки: не передбачає спроб впливу на отримувача; може бути дещо нудною та нецікавою; може бути недостатньо ефективною в умовах великої конкуренції.

2. Оцінно-впливова стратегія комунікації має на меті переконати або переконатися в чомусь, використовуючи емоції та особисті переконання.

Переваги: дозволяє ефективно впливати на співрозмовника; здатна залучити увагу та зацікавленість; може бути корисною в умовах великої конкуренції.

Недоліки: може призвести до пересилання емоцій та непродуктивних дискусій; може бути сприйнята як нав'язлива та неприємна; може спотворювати об'єктивну інформацію.

3. Емоційно-впливова стратегія комунікації базується на використанні емоцій, настроїв та інтуїції співрозмовника для досягнення мети.

Переваги: дозволяє залучити увагу та створити емоційне зв'язок з отримувачем повідомлення; може бути ефективною для переконання та мотивації людей; дозволяє відобразити свої особистість та почуття.

Недоліки: може призвести до того, що отримувач прийме рішення на основі емоцій та настроїв, а не об'єктивних фактів; може бути сприйнята як маніпуляція; використання занадто багато емоцій може зменшити ефективність комунікації та спричинити втому аудиторії.

4. Регулятивно-спонукальна стратегія. Переваги: може бути ефективною для стимулювання поведінки або дій співрозмовника; дозволяє зосередитися на дії та результаті.

Недоліки: може бути сприйнята як погроза або примус; може викликати опір або негативну реакцію; не дозволяє враховувати потреби та інтереси отримувача.

5. Конвенційна стратегія. Переваги: легко зрозуміла та знайома отримувачам; дозволяє зменшити можливість непорозуміння та збільшити взаєморозуміння.

Недоліки: не завжди ефективна для вираження складних ідей або концепцій; може призвести до того, що повідомлення буде стереотипним та неоригінальним; не дозволяє відображати особистість та індивідуальність комунікатора.

Застосування комунікативних тактик у діяльності фахівців транспортної галузі потребує індивідуального і професійного підходу, оскільки вони мають великий вплив на ефективність комунікації та створення довіри між сторонами [2]. Основними тактиками, що застосовуються на підприємствах транспортно-логістичного комплексу є:

1. Тактика аналізу «мінус» може бути корисною, якщо вона застосовується для ідентифікації проблем та пошуку шляхів їх вирішення. Однак, якщо вона використовується занадто часто, вона може викликати негативні емоції та погіршення стосунків.

2. Тактика звинувачення не повинна застосовуватись, оскільки вона може порушити довіру та відносини з партнерами.

3. Викриття опонента також не є ефективною тактикою, оскільки вона може створити негативну атмосферу та знизити рівень довіри між сторонами.

4. Тактика очорнення не є професійною та не повинна застосовуватись, оскільки вона може пошкодити репутацію та відносини з партнерами.

5. Тактика презентації може бути корисною при поясненні складних технічних аспектів транспортно-логістичної діяльності та укладення контрактів. Вона допомагає підвищити рівень довіри та зрозуміти потреби клієнта [3].

6. Тактика кооперації допомагає фахівцям транспортної галузі досягати спільного результату, співпрацювати з іншими колегами та партнерами в більш конструктивний спосіб.

Вона полягає в тому, що фахівець намагається знайти спільну мову зі своїми партнерами, шукає компроміси і спільні рішення, які задовольняють і його, і його партнерів. Проте, необхідно пам'ятати, що кооперація може бути недоцільною, коли стикається з несприятливими умовами або коли одна сторона намагається скористатися співпрацею для досягнення своїх корисливих цілей [4].

7. Тактика відведення критики може бути корисною, оскільки дозволяє підвищити рівень співпраці та взаєморозуміння між сторонами.

8. Тактика спонукання може бути ефективною, якщо застосовується для стимулювання партнерів до дії та покращення співпраці.

9. Тактика обіцянки – реалізується за умови, що фахівець робить обіцянку клієнту або колегам з метою здійснення певних дій або надання послуг. Ця тактика може бути ефективною, якщо обіцянка виконується вчасно і в повному обсязі. Але якщо обіцянка не виконується або виконується неякісно, це може призвести до втрати довіри клієнта або колег.

10. Тактика попередження - реалізується за умови, що фахівець попереджає клієнта або колег про можливі негативні наслідки в разі невиконання певних умов або дій. Ця тактика може бути ефективною, якщо попередження дійсно є обґрунтованим і не створює непотрібних панік або негативних емоцій. Але якщо попередження зловживається або використовується занадто часто, це може призвести до втрати довіри та негативних наслідків для взаємовідносин.

11. Тактика провокації - фахівець спрямовує поведінку співрозмовника на досягнення певної мети шляхом провокування конфлікту або іншого негативного відгуку. Оцінка застосування тактики провокації у діяльності фахівців транспортної галузі може бути негативною. Ця тактика може призвести до загострення відносин з партнерами, клієнтами та іншими стейкхолдерами, що може негативно позначитися на репутації підприємства та призвести до втрати довіри. Крім того, провокація може викликати непередбачувані наслідки та проблеми, що можуть бути важкими для вирішення. Фахівці транспортної галузі повинні уникати застосування тактики провокації і замість цього спрямовувати свої зусилля на пошук конструктивних рішень та співпрацю з партнерами та клієнтами. Такі підходи можуть допомогти досягти успіху та зберегти позитивні відносини [5].

Налагодження внутрішньої та зовнішньої комунікації підприємства при організації міжнародних перевезень вантажів забезпечить формування стійкої ділової репутації на ринку та наявності конкурентних переваг серед інших суб'єктів ринку транспортних послуг.

#### Список використаних джерел

1. Бебик В.М. Інформаційно-комунікаційний менеджмент у глобальному суспільстві: психологія, технології, техніка паблік рилейшнз: Монографія / В.М. Бебик. – К.: МАУП, 2005. – 440 с.
2. Бобало О. Ю. Комунікативні стратегії: навчальний посібник: Львів, 2015. 344 с.
3. Майовець Є. Й. Маркетингові комунікації / Є.Й. Майовець, О.В. Кузик. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2013. – 192 с.
4. Пилипчук В.П., Данніков О.В. Управління продажем: навчальний посібник / В.П. Пилипчук, О.В. Данніков. – К.: КНЕУ, 2011. – 627 с.
5. Холод О.М. Комунікаційні технології : Підручник / О.М.Холод — К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 212 с.

*Лебідь Євгеній Михайлович* – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: [yevhenii2018lebid@gmail.com](mailto:yevhenii2018lebid@gmail.com).

*Lebid Ievgenii* – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Law and Logistics, National Transport University, e-mail: [yevhenii2018lebid@gmail.com](mailto:yevhenii2018lebid@gmail.com).

УДК 629.113.004

Лук'янченко О. Ю., к.т.н., доц.; Підгорний М. В., к.т.н., доц.

## МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АВТОМОБІЛІВ ОПЕРАТИВНИХ СЛУЖБ

*Розширення сфери використання технічних засобів, зокрема транспорту, в діяльності оперативних служб призводить до необхідності пошуку шляхів підвищення ефективності автомобілів цих служб. Створення і постійний розвиток сучасних поколінь автомобілів оперативних служб (АОС) та їх використання в галузях народного господарства вимагає вирішення задач інформатизації виробничих процесів життєвого циклу автомобілів оперативних служб.*

*The expansion of the use of technical means, in particular transport, in the activities of operational services leads to the need to find ways to improve the efficiency of these services' vehicles. The creation and continuous development of modern generations of operational service vehicles (OSVs) and their use in the sectors of the national economy requires solving the problems of informatization of production processes of the life cycle of operational service vehicles.*

**Вступ.** Створення і постійний розвиток сучасних поколінь автомобілів оперативних служб та їх використання в галузях народного господарства вимагає вирішення задач інформатизації виробничих процесів ЖЦ АОС, формування системних властивостей цих автомобілів, розробки моделей ЖЦ і структур інформатики для їх реалізації.

**Результати дослідження.** Транспортна складова має важливу роль використання в діяльності оперативних служб і пов'язана із тим, що під час діяльності цих служб, характер реагування на незвичайні ситуації має всі ознаки сервісної послуги, надання якої носить безвідмовний характер [1]. У зв'язку з цим та розширенням функцій в діяльності оперативних служб, зростає і коло задач, виконання яких потребує використання різноманітних технічних засобів, а це, в свою чергу призводить до конструктивного перевантаження та відповідного зростання складності зразків спеціальної техніки, зокрема автомобілів, основне завдання яких полягає у технічному забезпеченні транспортної та аварійно-рятувальної складових акції ліквідації надзвичайної ситуації [2].

Українські виробники автомобілів мають досвід у розробці та виготовленні автомобілів оперативних служб. Так ведучим підприємством за обсягом виробництва Прилуцький завод ППО, в наступному – ВО “Пожмашина”, до складу якого входило дослідно-конструкторське бюро. За період з 1951 року по 2019 рік підприємством було виготовило понад 100 тис. автомобілів оперативних служб. Основним об'єктом виробництва були автоцистерни (близько 74 % усіх виготовлених автомобілів). ВО “Пожмашина” до початку століття стало лідером за випуском АОС в країні. Прагнення виробника АОС задовольнити вимоги споживачів призводить до скорочення частини виробництва виробів одного найменування, зменшенню термінів оновлення моделей, розширенню їх номенклатури. Таким чином, головним стає багатомоделювальне виробництво, при (значною мірою) невизначеній виробничій програмі, яка по кінцевому рахунку формується споживачем [3].

Концепція цільової адаптивності базується на положення про необхідність оперативного використання АОС, що призначені для виконання певних класів задач на об'єктах та для проведення аварійно-рятувальних робіт тощо. Це вносить нові вимоги до задач проектування АОС. Розглянемо такі задачі.

Зовнішня задача проектування АОС.

Постановка задачі.

Нехай задано:

$X$  - простір умов експлуатації АОС;

$Y$  - множина агрегатів (елементів) (двигун, кузов, шасі куди входять: ходова частина; рульове керування; трансмісія; гальмове керування та ін.), з яких комплектується АОС.

Елементом простору умов експлуатації будемо вважати вектор  $x \in X$ :  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_y\}$ , компонентами якого є числові значення параметрів, що характеризують зовнішні умови, що впливають на елементи АОС в процесі його експлуатації. Для кожного компонента вектора  $x \in X$  можна визначити значення  $x_{ij}$ ;  $j = 1, 2, \dots, J_i$ ;  $i = 1, 2, \dots, I$ ; які є границями якісної зміни характеру зовнішніх умов експлуатації. Приналежність  $i - i$ ;  $i = 1, 2, \dots, I$ ; компоненти вектору  $x$  до інтервалу  $(x_{i,j-1}, x_{ij})$ ;  $j = 1, 2, \dots, J_i$ ; буде називатися  $j - м$  станом  $i - i$  компоненти вектора зовнішніх умов експлуатації.

Якщо збільшення індексу  $j$  відповідає зміні в напрямку жорсткості умов експлуатації, то простір  $X$  може бути розбито на підмножини

$X_j = \{x_i: x_i \leq x_{ij}, j = 1, 2, \dots, J_i, i = 1, 2, \dots, I\}$ , які задовольняють умовам:

1.  $X_j \subseteq X_{j+1}, j = 1, 2, \dots, \max_i J_i$ ;
2.  $\bigcap_{j=1}^{\max_i J_i} X_j = X^0$   $X^0$  - умова ідеальної експлуатації;
3.  $\bigcup_{j=1}^{\max_i J_i} X_j = X$ .

Оскільки  $J_i, I$  - скінченні, то множина  $\{X_j\}, j = 1, 2, \dots, \max_i J_i$  - скінченні, при цьому

$$\text{card}\{X_j\} \leq \prod_{i=1}^I J_i \leq \aleph_0$$

Множина  $Y$  елементів АОС має скінченне число підмножин:

- 1)  $Y_1 = \{y_{\mu 1}, \mu = 1, 2, \dots, M_1\}$  - множина типів двигуна;
  - 2)  $Y_2 = \{y_{\mu 2}, \mu = 1, 2, \dots, M_2\}$  - множина типів базових шасі;
  - 3)  $Y_3 = \{y_{\mu 3}, \mu = 1, 2, \dots, M_3\}$  - множина типів кузовів;
  - 4)  $Y_4 = \{y_{\mu 4}, \mu = 1, 2, \dots, M_4\}$  - множина типів систем електрообладнання;
  - 5)  $Y_5 = \{y_{\mu 5}, \mu = 1, 2, \dots, M_5\}$  - множина типів спеціальної надбудови (спеціального обладнання);
  - 6)  $Y_6 = \{y_{\mu 6}, \mu = 1, 2, \dots, M_5\}$  - множина типів систем керування;
- елементами яких є технічні засоби передачі, розподілу й перетворення енергії. Очевидно, що при цьому повинні виконуватися очевидні умови:

1.  $Y_l \cap Y_j = 0, \forall l \neq j = 1, 2, \dots, L$ ;
2.  $\bigcup_{l=1}^L Y_l = Y$ .

Кожний елемент множини  $Y_l; l = 1, 2, \dots, L$ ; визначений набором ознак (властивостей), що дозволяють однозначно відповісти на запитання про можливість використання даного елемента при заданих зовнішніх умовах  $X_j$ .

Вибір множини елементів АОС, властивості яких допускають використання їх при умовах експлуатації, що очікуються опираються на відображення  $F: Y \rightarrow X$ , володіють наступними властивостями:

1.  $\forall y_{\mu l} \in Y, \exists x_{ij} \in X_j: F(y_{\mu l}) = x_i \in (x_{i,j-1}, x_{ij}); \mu = 1, 2, \dots, M_l; l = 1, 2, \dots, L; j = 1, 2, \dots, J_i; i = 1, 2, \dots, I$ ;
2. Якщо  $F(y_{\mu l}) = x_i \in X_j, F(y_{\mu+1l}) = x_k \in X_{j+1}$ , то  $y_{\mu l} \leq y_{\mu+1l}; \mu = 1, 2, \dots, M_l; l = 1, 2, \dots, L; j = 1, 2, \dots, J_i; i, k = 1, 2, \dots, K$ .

Властивість 2 дозволяє частково впорядкувати множину елементів АОС по ступеню їх відповідності можливим умовам експлуатації АОС, а властивість 1 гарантує закінченість процесу вибору.

**Висновки.** Таким чином, програмування процесів проектування автомобілів оперативних служб на основі єдиної технічної політики з урахуванням їх ЖЦ є методологічною основою для підвищення якості та ефективності функціонування виробничих процесів відповідних організаційно технологічних систем на етапах експлуатації та відновлення ресурсу. Складністю реалізації всіх процесів ЖЦ автомобілів оперативних служб обумовлена комплексним урахуванням особливостей усіх учасників єдиного процесу створення перспективних моделей і модифікацій автомобілів, які розділені відомчою підпорядкованістю.

Зберігається тенденція до виготовлення багатоцільових АОС з розширеним спектром функцій.

#### Список використаних джерел

1. Лук'янченко О. Ю., Вільовка Д.І. Методичні аспекти формування комплексу вимог до автомобілів оперативних служб // Вісник Національного транспортного університету. 2013. № 27. С. 211-216.
2. Підгорний М.В. Методологічні аспекти формування технічного потенціалу пожежно-рятувальних автомобілів // Пожежна безпека: теорія і практика: збірник наукових праць. 2013. № 15. С. 124-129.
3. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів. Кн. 2: Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки. Навч. посібник. – Київ: Либідь, 2004. 288 с.

*Лук'янченко Олександр Юрійович* - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та технології їх експлуатації Черкаського державного технологічного університету, e-mail: 111188@ukr.net

*Підгорний Микола Володимирович* - кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри автомобілів та технології їх експлуатації Черкаського державного технологічного університету, e-mail: pmv1971pmv@gmail.com

*Lukyanchenko Oleksandr* - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technological University, e-mail: 111188@ukr.net

*Pidhornyi Mykola* - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technological University, e-mail: pmv1971pmv@gmail.com

УДК 629.331

Манзяк М. О.; Хома В. В.; Грубель М. Г., д.т.н., доц.

## ОЦІНКА ПЛАВНОСТІ РУХУ КОЛІСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ БЕЗДОРІЖЖЯ

*Наукові дослідження щодо плавності руху колісної військової автомобільної техніки (ВАТ), яка відіграє важливу роль у забезпеченні мобільності підрозділів у бойових діях, обумовлені застарілістю зразків колісної ВАТ, що знаходяться на озброєнні Збройних Сил (ЗС) України, а також недосконалістю діючих у цій галузі нормативних документів. Проведене дослідження охоплює аналіз віброприскорень у горизонтальній поздовжній площині та моделювання прямолінійного руху автомобіля з незалежною підвіскою.*

*Scientific research on the smoothness of movement of wheeled military vehicles, which plays an important role in ensuring the mobility of units in combat operations, is due to the obsolescence of models of wheeled military vehicles in service with the Armed Forces of Ukraine, as well as the imperfection of the regulatory documents in force in this field. The conducted research covers the analysis of vibration accelerations in the horizontal longitudinal plane and the modeling of the rectilinear movement of a car with an independent suspension.*

**Вступ.** Колісна ВАТ у бойових підрозділах використовується переважно для покращення їх мобільності при виконанні бойових завдань. Зокрема, використання зразків колісної ВАТ дозволяє швидко та приховано змінювати позицію підрозділу, що дозволить підвищити його живучість. З врахуванням того, що виконання завдань в основному відбувається при русі пересіченою місцевістю різної складності, тому саме плавність ходу буде визначальною експлуатаційною властивістю, що впливатиме на якість та своєчасність виконання завдання.

На даний час відсутня нормативна база, щодо оцінки плавності руху зразків колісної ВАТ, а діючі стандарти призначені для цивільного автомобільного транспорту і не можуть бути використані, оскільки враховують лише вертикальні коливання та нехтують повздовжніми кренами. З врахуванням перепадів висот бездоріжжя до 400 мм [1] на відміну від доріг 1 і 2 категорії де мікропрофіль доріг є чітко регламентований, то відповідно повздовжні крени, що виникають в процесі руху є на порядок вище, і ними не можна нехтувати.

Як показує більшість досліджень, значення віброприскорень у горизонтальній поздовжній площині практично не виходять за межі 5-15% [2] допустимих порогових значень з умов ДСТУ-ISO 2631-1 [3], незалежно від типу підвіски і зміни її характеристик для умов усталеного руху дорогами як I так і II категорій. Тому для автомобілів загального призначення вертикальні віброприскорення і є домінуючими у формуванні оцінки плавності руху – вібронавантаженості водія та пасажирів. Відчутне зростання цих віброприскорень спостерігається при переїзді через одиночну перешкоду. Типовим прикладом такої перешкоди є пристрій примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки так званий “лежачий поліцейський”. З іншої сторони, мікропрофіль бездоріжжя є рандомізований, звідси випливає, що більш точним і коректним у цьому плані є детермінований процес переїзду через чітко регламентовану за розмірами перешкоду типу “лежачий поліцейський”. Це дає змогу додатково, а фактично більш коректно і точно оцінити адекватність моделювання.

**Результати дослідження.** Авторами проведено моделювання прямолінійного руху автомобіля по дорозі з типовим покриттям з метою відтворення процесу роботи незалежної підвіски з точки зору поздовжніх кренів кузова зразка легкої колісної ВАТ під час переїзду через дискретну перешкоду по типу “лежачий поліцейський”.

На попередніх етапах досліджень вже створена імітаційна модель незалежної підвіски, яка враховує лише вертикальні коливання [4], тому було прийнято рішення доповнити її підсистемою розрахунку поздовжніх кренів. Структура підсистеми базується на аналізі публікацій за вказаною тематикою і сформована з наступних етапів:

задання дискретної перешкоди по типу “лежачий поліцейський” відповідно до ДСТУ 4123:2006 [5];

задання технічних характеристик автомобіля та параметрів підвіски;

розрахунок вертикальних та поздовжніх коливань кузова автомобіля при русі з заданою швидкістю.

За прототип обрано високомобільний багатоцільовий колісний транспортний засіб НММWV (англ. High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle), який широко використовується в підрозділах ЗС України і фігурує в багатьох наукових дослідженнях [6-10]. Для цього використано характеристики підвіски, шин та в загальному колісної системи, що впливають на забезпечення плавності руху зазначеного зразка. Для цього опрацьовано публікації [6-10] де досліджувалася модифікація НММWV масою 2000 кг, обладнана незалежною підвіскою ТАК-4 виробництва Oshkosh Corporation з ходом підвіски до 355 мм.

Вихідні моделі базуються на основі технічних характеристик НММWV, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Короткі технічні характеристики НММWV [6]

Параметр	Значення	
	Передня вісь	Задня вісь
Споряджена маса, кг	2000	
Підресорена маса, кг	950	800
Непідресорена маса, кг	125	125
Сумарна жорсткість підвіски, Н·м	150 000	150 000
Сумарне демпфування амортизаторів, Н·с/м	30 000	30 000
Хід підвіски, м	0,355	0,355
Сумарна жорсткість шин, Н·м	400 000	400 000
Віддаль до центру мас, м	1,07	2,23
Колісна база, м	3,3	
Момент інерції кузова, кг·м <sup>2</sup>	4332	

Усі розміри, які необхідні для відтворення профілю “лежачий поліцейський” отримано з [5], а відповідний мікропофіль перешкоди наведено на рис. 1.

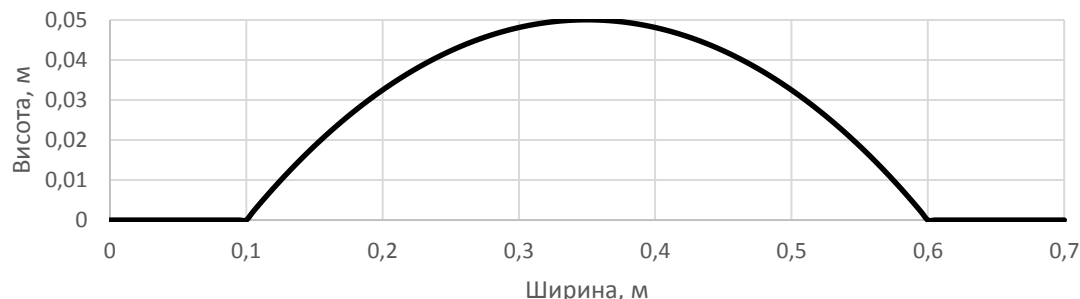


Рисунок 1 – Поперечний профіль перешкоди по типу “лежачий поліцейський”

На рис. 2 наведено результати оцінки вертикальних та поздовжніх віброприскорень при проїзді НММWV через “лежачий поліцейський” отриманих у результаті моделювання.

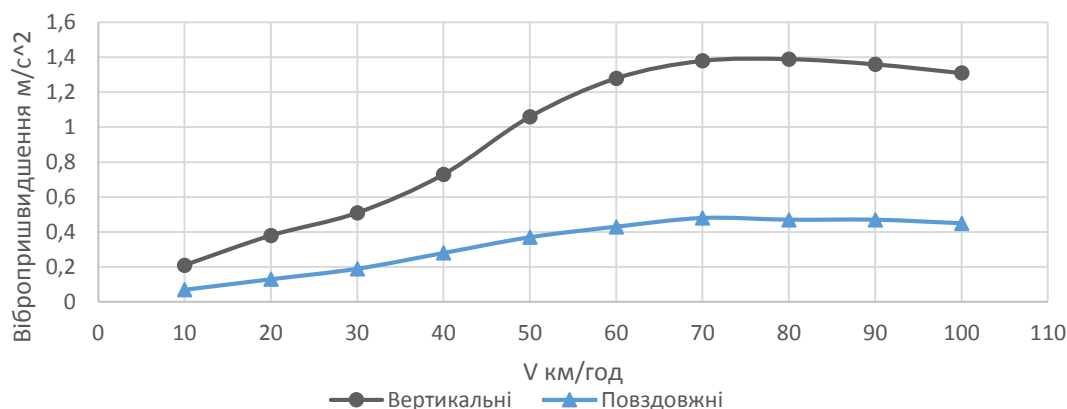


Рисунок 2 – Віброприскорення при проїзді НММWV через “лежачий поліцейський”

Таким чином, з метою якісної оцінки отриманих у процесі моделювання результатів (рис. 2), варто відзначити наступне:

відношення вертикальних віброприскорень до повздовжніх становить 1,35, а отже знехтувати ними неможливо.

враховуючи відносно малий перепад висот перешкоди порівняно з реальним бездоріжжям, можна зробити висновки, що існує необхідність подальшого моделювання з відтворенням мікропрофілю якомога ближчого до того який зустрічається на театрі бойових дій, оскільки існує тенденція зростання кренів за таких умов, а отже й підвищення вібронавантаженості водія.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження було встановлено, що плавність руху колісної ВАТ має значний вплив на мобільність бойових підрозділів під час бойових дій. Аналіз віброприскорень у горизонтальній поздовжній площині та моделювання прямолінійного руху автомобіля з незалежною підвіскою на прикладі НММWV допомогло виявити ключові аспекти оцінки плавності руху та вібронавантаженості для перспективних зразків колісної ВАТ.

Розроблено імітаційну модель оцінки плавності руху та допустимих значень вібронавантаженості, яка дозволяє визначати характеристики плавності для різних категорій опорних поверхонь та бездоріжжя, характерних для України. Застосування отриманих результатів може сприяти оновленню нормативної бази та розробці нових зразків колісної ВАТ, які відповідають сучасним вимогам забезпечення динаміки та мобільності в умовах бойових дій.

#### Список використаних джерел

1. Дущенко В.В. Колебания в транспортных машинах: монография / Е.Е. Александров, Я.В. Грита, В.В. Дущенко, В.В. Епифанов, Н.В. Кохановский, Н.Г. Медведев, В.П. Панкратов; ред. Е.Е. Александров. Київ: ВІПОЛ, 1996. 256 с.

2. Бур'ян М. В. Плавність руху автобусів у взаємозв'язку з характеристиками підвіски та сидіння : дисс. ... канд. техн. Наук (доктора філософії) : 05.22.02 – автомобілі та трактори / Бур'ян Михайло Володимирович ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2020. – 151 с. – Бібліографія: с. 132–151 (207 назв).

3. ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1: General requirements, 1997. 36 p. URL: <https://www.iso.org/standard/7612.html> (дата звернення: 02.04.2023).

4. Грубель М.Г., Манзяк М.О., Хома В.В., Ланець О.В., Андрієнко А.М. Імітаційне моделювання мобільності колісної військової автомобільної техніки за умов руху бездоріжжям. *Науково-технічний збірник*. Львів, 2023. №28(2023). С. 27-35.



5. Пристрій примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки на вулицях і дорогах: ДСТУ 4123:2006. – [Чинний від 2006-02-03]. – К.: Держстандарт України, 2006. – 5-6 с. – (Національний стандарт України).
6. Advanced Suspension and Control Algorithm for U.S. Army Ground Vehicles. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA580948.pdf> 2331 (дата звернення: 02.04.2023).
7. Health Monitoring for Condition-Based Maintenance of a HMMWV using an Instrumented Diagnostic Cleat. DOI: <https://doi.org/10.4271/2009-01-0806> (дата звернення: 02.04.2023).
8. Health Monitoring for Condition-Based Maintenance of a HMMWV using an Instrumented Diagnostic Cleat. DOI: <https://doi.org/10.4271/2009-01-0806> (дата звернення: 02.04.2023).
9. Elimination of spades in wheeled military vehicles using MR-fluid dampers. DOI: <https://scihub.wf/10.1117/12.880601> (дата звернення: 02.04.2023).
10. Improvement on ride and handling performance in HMMWV suspension control using dual acting semi-active suspension system DOI:10.1109/ASCC.2015.7244474 (дата звернення: 02.04.2023).

**Манзяк Михайло Олександрович** – ад'юнкт науково-організаційного відділу, Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного, e-mail: Manziakdoc@gmail.com

**Хома Віталій Васильович** – аспірант, Львівський національний університет природокористування, e-mail: homa.v@hotmail.com

**Грубель Михайло Григорович** – доктор технічних наук., доцент, начальник кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного, e-mail: m.g.grybel@gmail.com

**Mykhailo Manziak** – Doctoral Student of the scientific and organizational department., Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, e-mail: Manziakdoc@gmail.com

**Vitalii Khoma** – Graduate student, Lviv National University of Nature Management, e-mail: wizard.akela@gmail.com.

**Mykhailo Hrubel** – Dr.Sc. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, e-mail: m.g.grybel@gmail.com

УДК 656.025

Матвійшина А. В.; Мурований І. С., к.т.н., доц.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

*Метою даного дослідження є вдосконалення механізму транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень. Для досягнення цієї мети було проведено аналіз існуючих підходів та проблем в галузі транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень.*

*The purpose of this research is to improve the mechanism of transport and logistics service of international cargo transportation. To achieve this goal, an analysis of existing approaches and problems in the field of transport and logistics services for international cargo transportation was carried out.*

**Вступ.** Міжнародні вантажні перевезення є важливим елементом світової економіки, оскільки вони забезпечують транспортування товарів між різними країнами та континентами. Транспортно-логістичне обслуговування є ключовою складовою міжнародних вантажних перевезень, оскільки воно забезпечує організацію та координацію всіх процесів, пов'язаних з перевезенням вантажів від початкової точки до кінцевої.

Однак, зростаючий обсяг міжнародних вантажних перевезень та швидко змінна глобальна економіка ставлять перед транспортно-логістичними компаніями виклики, які потребують постійного вдосконалення їхніх механізмів обслуговування. Основні проблеми, з якими стикаються транспортно-логістичні компанії, включають затримки вантажів, недостатню ефективність та високі витрати на перевезення.

**Результати дослідження.** Транспортно-логістичне обслуговування міжнародних вантажних перевезень є складним та вимагає високої організаційної підготовки та технічної компетентності. Вдосконалення цього механізму може допомогти підвищити ефективність та зменшити витрати на перевезення вантажів.

Одним з ключових аспектів вдосконалення транспортно-логістичного обслуговування є використання сучасних технологій та програмних засобів для планування маршрутів та вибору транспортних засобів. Такі технології можуть забезпечити точний розрахунок часу доставки вантажу, враховуючи різноманітні фактори, такі як дорожні умови та трафік.

Для забезпечення ефективного контролю за виконанням транспортних послуг необхідно використовувати різноманітні технологічні засоби, такі як GPS-трекери та системи моніторингу вантажу. Такий контроль дозволяє уникнути затримок та збитків, пов'язаних з втратою вантажу.

До інших важливих аспектів вдосконалення транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень можна віднести використання сучасних інформаційних технологій для оптимізації процесів та забезпечення ефективного взаємодії між усіма учасниками логістичного ланцюга. До таких технологій можуть належати системи автоматизованого управління складами, електронні платформи для організації міжнародних перевезень та системи електронного документообігу.

Окрім технологічних аспектів, важливо також забезпечити високу якість обслуговування клієнтів та оптимізувати процеси взаємодії з ними. Для цього можна використовувати різноманітні інструменти, такі як системи електронної комунікації, веб-портали та мобільні додатки. Ці інструменти дозволяють забезпечити ефективну взаємодію між клієнтами та логістичними партнерами, що, в свою чергу, позитивно впливає на репутацію компанії та забезпечує її конкурентоспроможність на ринку.

Напрацювання та застосування стандартів у логістиці є ще одним ефективним способом вдосконалення транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень. У цьому контексті доцільно використовувати такі стандарти, як ISO 9001, які забезпечують високу якість обслуговування, а також стандарти, пов'язані з екологічною безпекою та сталістю розвитку.

Окрім цього, важливо розробляти та вдосконалювати стратегії логістики, які враховують різноманітні фактори, такі як вимоги клієнтів, ризики та потреби ринку. Такі стратегії можуть допомогти підвищити ефективність та ефективно використовувати ресурси компанії.

У підсумку, вдосконалення механізму транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень є надзвичайно важливим завданням для компаній, які діють на ринк логістики. Використання сучасних технологій, інструментів та стандартів, вдосконалення процесів управління логістичними ланцюгами та забезпечення якості обслуговування клієнтів можуть допомогти компаніям досягти більшої ефективності та конкурентоспроможності на ринку.

Одним з головних викликів у цьому контексті є відсутність стандартизації та узгодженості між різними країнами щодо процесів митного оформлення та перевезення вантажів. Це може призвести до затримок, непередбачуваних витрат та ризиків для компаній, що здійснюють міжнародні перевезення. Тому важливо працювати над уніфікацією та стандартизацією процесів митного оформлення та перевезення вантажів на міжнародному рівні.

Застосування технологій Інтернету речей (IoT) та інші цифрові рішення також можуть допомогти вдосконалити транспортно-логістичне обслуговування міжнародних вантажних перевезень. Наприклад, використання сенсорів та GPS-трекерів може допомогти відслідковувати рух вантажу та забезпечити його безпеку. Аналіз даних, що зібрані з цих датчиків, може дати можливість оптимізувати маршрути та знизити витрати на перевезення.

Усі ці заходи можуть допомогти вдосконалити механізм транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень. Водночас варто пам'ятати, що в сучасних умовах розвитку технологій та ринків логістики, постійне оновлення та удосконалення стратегій та процесів управління логістичними ланцюгами є важливим елементом успішної діяльності компаній. Тому необхідно бути готовими до змін та розвитку, та відповідати на нові виклики та потреби ринку.

Для досягнення максимальної ефективності в транспортно-логістичному обслуговуванні міжнародних вантажних перевезень, компанії також можуть використовувати інші стратегії, такі як:

Інтеграція логістичних послуг: компанії можуть співпрацювати з іншими логістичними партнерами та інтегрувати послуги для досягнення більшої ефективності та зниження витрат.

Використання екологічних транспортних засобів: компанії можуть зменшити вплив на довкілля, використовуючи більш екологічні транспортні засоби та зменшуючи витрати на паливо.

Застосування аутсорсингу: компанії можуть використовувати послуги сторонніх партнерів для зниження витрат та забезпечення якості обслуговування.

Використання інноваційних рішень: компанії можуть використовувати інноваційні рішення, такі як блокчейн, штучний інтелект, аналіз даних тощо, щоб оптимізувати процеси та підвищити якість обслуговування.

**Висновок.** Транспортно-логістичне обслуговування міжнародних вантажних перевезень є складним процесом, який потребує уваги до деталей та вміння працювати в різних культурних та правових середовищах. Вдосконалення механізму транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень може бути досягнуто за допомогою використання сучасних технологій, ефективного управління ресурсами, розумного вибору логістичних партнерів та інтеграції логістичних послуг.

Крім того, компанії повинні враховувати вимоги ринку та клієнтів, розробляти імовірність ризиків та вчасно приймати рішення, а також бути готовими до змін та розвитку.

Важливо також забезпечити належний рівень безпеки та якості при перевезенні вантажів, дотримуючись міжнародних стандартів та правил. Це може бути досягнуто за допомогою використання спеціальних технологій та обладнання, систем контролю та моніторингу, а також організації належної підготовки персоналу.

Отже, вдосконалення механізму транспортно-логістичного обслуговування міжнародних вантажних перевезень є важливою задачею для компаній, що займаються міжнародною торгівлею. Використання сучасних технологій, ефективне управління ресурсами та інтеграція логістичних послуг допоможуть забезпечити високу ефективність та якість обслуговування, що в свою чергу дозволить досягти успіху на міжнародному ринку.

#### Список використаних джерел

1. Конвенція про міжнародну мультимодальну перевезення вантажів (ММКТ) від 24 травня 1980 року. [Офіційний текст] ([https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_171](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_171))
2. Конвенція про договірні зобов'язання в міжнародних автомобільних перевезеннях вантажів (КМАП) від 19 травня 1956 року. [Офіційний текст] ([https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_173](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_173))
3. Логістика: теорія та практика. (2021). [Сайт] (<https://logistika.ua/>).
4. Башинський, О. Ю. (2015). Логістика: підручник для вищих навчальних закладів. Київ: КНЕУ.
5. Майстренко, В. В., & Півень, А. А. (2013). Основи логістики: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури.
6. Waters, D. (2011). Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management. Kogan Page.
7. David, P. A. (2016). International Logistics: The Management of International Trade Operations. Cengage Learning.
8. Christopher, M. (2016). Logistics and Supply Chain Management. Pearson Education.
9. Bookbinder, J. H., & Ettore, D. H. (Eds.). (2007). Handbook of Global Logistics: Transportation in International Supply Chains. Springer Science & Business Media.

**Матвіїшина Анастасія Василівна** – студентка групи ТТм-11, факультет транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет, e-mail: [matviisinanasta@gmail.com](mailto:matviisinanasta@gmail.com).

**Мурований Ігор Сергійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: [Igor\\_Lntu@ukr.net](mailto:Igor_Lntu@ukr.net)

**Matviishina Anastasiya** – student of the TTm-11 group, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: [matviisinanasta@gmail.com](mailto:matviisinanasta@gmail.com).

**Murovaniy Igor** – Ph.D in Technical Science, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: [Igor\\_Lntu@ukr.net](mailto:Igor_Lntu@ukr.net)

УДК 656.01

Музильов Д. О., к.т.н., доц.; Карнаух М. В., к.т.н., доц.; Чижова К. С.

## РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ВЗАЄМОДІЇ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

*Проведено аналіз досліджень технології збору врожаю зернових культур з полів та їх перевезення до місць тимчасового зберігання. Визначено ряд недоліків, усунення котрих дозволить підвищити ефективність організації збиральних робіт та доставки зернових до пунктів переробки.*

*An analysis of research on the technology of harvesting grain crops from the fields and their transportation to places of temporary storage has been carried out. A number of shortcomings have been identified, the elimination of which will improve the efficiency of the organization of harvesting operations and grain delivery to processing points.*

Значна кількість логістичних операцій, які пов'язані з переміщенням матеріального потоку від місць виробництва до пунктів кінцевого споживання потребують оптимального застосування транспортних засобів у логістичному ланцюгу поставок. Транспортний засіб, як галузь матеріального виробництва, є сполучною ланкою та невід'ємною складовою матеріально-технічної бази будь якої галузі народного господарства. Стратегічне становище в економіці будь-якої держави займає галузь аграрного сектора, адже саме завдяки реалізації сільськогосподарської продукції зростає конкурентоспроможність країни та її внутрішній валовий продукт. Щорічно обсяги надходження зернових культур на переробні підприємства для зберігання та подальшого збуту збільшуються. Разом із підвищенням культури агровиробництва підвищуються і валові збори сільськогосподарської продукції. Однак й досі для сільськогосподарських підприємств залишається актуальною проблема високого рівня витрат виробництва, адже від даного показника залежить можливість отримання і збільшення прибутку.

Наразі широко розповсюджуються нові перспективні типи транспортно-логістичного комплексу, при розрахунках враховуються додаткові показники, які відповідають сучасним умовам та все більш впроваджується автоматизація процесу виробництва на підприємстві. Всі ці аспекти разом із сучасними технологіями є запорукою високої продуктивності робіт та можливістю зниженню витрат на автотранспорті в сфері агробізнесу. В той же час на українських агропідприємствах дуже часто використовують технологічні схеми середини/кінця минулого сторіччя. Дані схеми є застарілими і призводять до значного збільшення експлуатаційних витрат на транспорті через використання зайвих складових транспортно-логістичного комплексу. Даний факт може мати негативний вплив на виконання запланованого обсягу робіт в заданих часових обмеженнях та може привести до значних втрат зібраного врожаю (від 30 до 50%) та є неприйнятним в умовах сучасної ринкової конкуренції. Підвищити рівень конкурентної боротьби в умовах сьогодення дозволить розробка та впровадження технології формування транспортно-збирального комплексу та організація його роботи під час збирання врожаю зернових культур.

Ключовим фактором у визначенні технології доставки зернових культур з поля є оптимальна кількість одиниць зернозбиральних комбайнів та транспортних засобів, що їх обслуговують. Даний підхід визначає обмеження у часі на роботи й витрати на доставку зібраного врожаю загалом.

Збирально-транспортний комплекс (ЗТК) має працювати безперервно й узгоджено. Організація діяльності та взаємодії складових елементів ЗТК має забезпечити безперервний

процес збору і перевезення врожаю. Для цього необхідно провести розрахунок необхідної кількості транспортних засобів (ТЗ) та налагодити їх координацію.

Отже, на даний час є актуальним питанням розробка методики розрахунку кількості одиниць в ЗТК за всіма варіантами транспортно-технологічних схем (ТТС) і вибір раціональної технології доставки зернових культур у період збору врожаю за підведеними розрахунками.

Для якісного забезпечення збору врожаю зернових формуються схеми доставки зернових. Структура схем визначається: обсягом виконуваної роботи та часом, на її виконання; потрібної кількістю транспортних засобів та допоміжної техніки; формою і розміром полів та їх розташування відносно доріг; віддаленістю та пропускну здатністю місць тимчасового зберігання і елеваторів; збереження якості і кількості врожаю, забезпечення найменших витрат для отримання максимального прибутку.

Щоб визначити необхідну кількість одиниць ЗТК, на першому етапі, формалізуємо основні процеси, що відбуваються при доставці зерна. Пояснення тривалості технологічних процесів дозволить у математичному виді більш коректно подати методику кількості одиниць ЗТК.

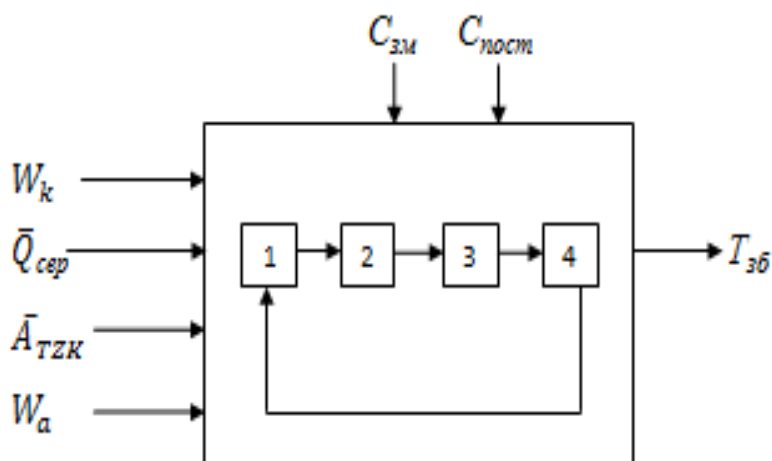


Рисунок 1 – Формалізація процесу доставки зернових культур у вигляді моделі «сірої скрині»

Щоб визначити розмір ЗТК рекомендується використовувати середньозважений показник кількості одиниць залученої до робіт техніки з урахуванням технічних можливостей кожного з елементів ЗТК (можуть бути виражені як технічна продуктивність за годину роботи). За цією методикою, технічна продуктивність є комплексним показником, що враховує, як технічні характеристики кожного із елементів ЗТК, так і технологічні особливості роботи засобів транспорту.

Кількість комбайнів, задіяних на жнивах є визначальним критерієм для розрахунку необхідної кількості інших засобів у ЗТК і розробки раціональної технології доставки зерна взагалі. Раціональний розрахунок необхідної кількості комбайнів визначається тільки на основі прогнозованих обсягів перевезення зерна.

Для визначення середнього значення одиниць ЗТК необхідно провести формування комбінацій техніки, що використовується.

Значимими факторами на витрати по доставці зернових виявилися як об'ємна характеристика та віддаленість поля, що визначає умови роботи рухомого складу та технологічні особливості перевезення, так і технічний параметр, який характеризують склад транспортно-збирального комплексу із технічної точки зору.

Незважаючи на те, що існує велика кількість попередніх досліджень з визначення кількості одиниць ТЗК, немає єдиних методів розрахунку кількості одиниць в збирально-транспортному комплексі при використанні обраної для доставки продукції транспортно-технологічної схеми.

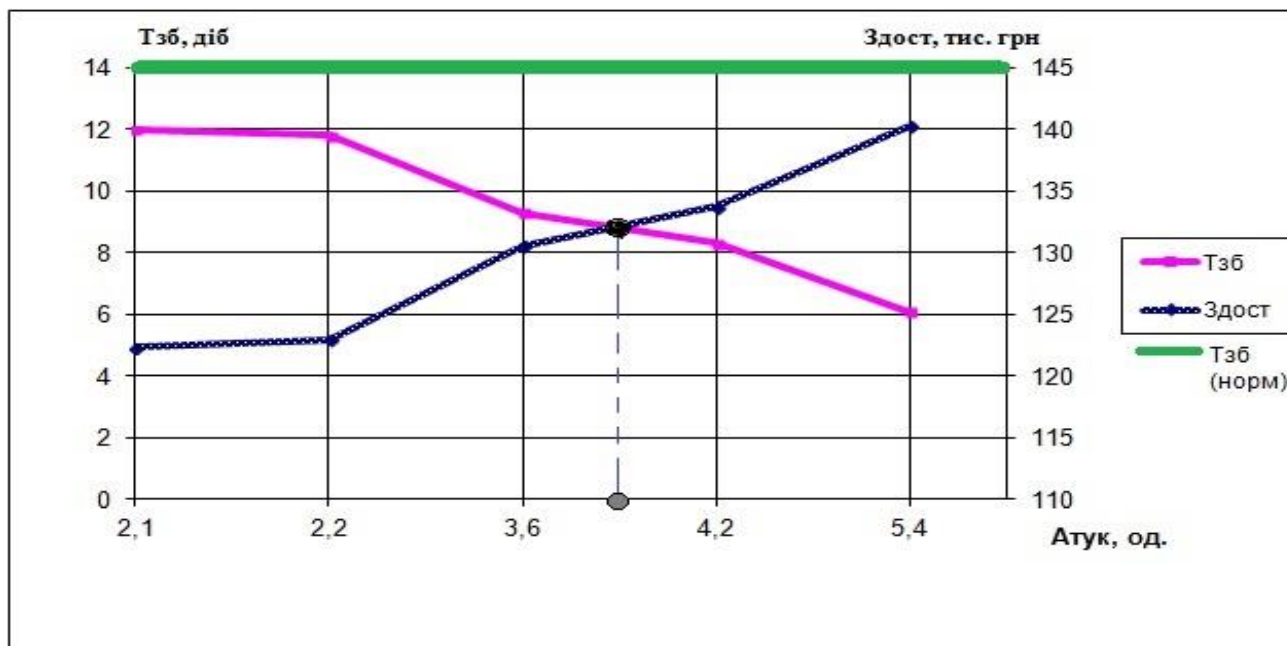


Рисунок 2 – Раціоналізація технології доставки зернових культур

На підставі аналізу витрат по доставці зернових та терміну збору врожаю, які отримано за результатами проведення математичного моделювання, з'ясовано, що розподілення цих двох показників описується нормальним законом розподілу. Це дає обґрунтування доцільності використання регресійного аналізу для визначення функціональної залежності між факторними ознаками, що характеризують технологію доставки зернових та функцією відгуку, яка визначає раціональний вид самої технології

Визначено, що раціональна технологія доставки зернових знаходиться у точці перетину кривих, які побудовані за регресійною моделлю витрат по доставці та терміну збору врожаю. Однак, при остаточному виборі технології необхідно врахувати обмеження, які існують у вигляді нормування часу збору врожаю.

### Список використаних джерел

1. Павленко О.В. Модель функціонування системи доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України / О.В. Павленко, Д.О. Музильов // Комунальне господарство міст. – 2022. – Т. 4, Вип. 171. – С. 179-184. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-4-171-179-184>
2. Muzylyov, D., Shramenko, N.: Blockchain Technology in Transportation as a Part of the Efficiency in Industry 4.0 Strategy. In: Tonkonogyi V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 216-225 (2020). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_22)
3. Muzylyov, D., Shramenko, N., Karnaukh, M. (2021) Choice of Carrier Behavior Strategy According to Industry 4.0. In: Ivanov V., Trojanowska J., Pavlenko I., Zajac J., Peraković D. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77719-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77719-7_22)
4. Лебідь І.Г., Медведєв Є.П. Теоретичні аспекти визначення транспортного забезпечення - Вісник Східноукраїнського Національного Університету імені Володимира Даля № 3 (233) 2017
5. Muzylyov, D., Shramenko, N., Ivanov, V. (2021) Management Decision-Making for Logistics Systems Using a Fuzzy-Neural Simulation. In: Cagaňová D., Horňáková N., Pusca A., Cunha P.F. (eds) Advances in Industrial Internet of Things, Engineering and Management. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69705-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69705-1_11)

6. Vojtov, V., Kutiya, O., Berezhnaja, N., Karnaukh, M., Bilyaeva, O. Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15–21. 2019. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175064>

7 Петрик А.В. Формування оптимальної інфраструктури транспортних систем в агропромисловому виробництві / А.В. Петрик // Вісник Національного транспортного університету. — К. : НТУ, 2013. — Вип. 28.

**Музильов Дмитро Олександрович** – к.т.н., доцент, докторант кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: [murza\\_1@ukr.net](mailto:murza_1@ukr.net)

**Карнаух Микола Віталійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: [nikolay.karnauh@gmail.com](mailto:nikolay.karnauh@gmail.com)

**Чижова Катерина Сергіївна** – здобувачка вищої освіти (3 курс) кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: [katyxa315@gmail.com](mailto:katyxa315@gmail.com)

**Dmytro Muzilyov** - Ph.D., associate professor, doctoral student of the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnological University, e-mail: [murza\\_1@ukr.net](mailto:murza_1@ukr.net);

**Mykola Karnauh** - Ph.D., associate professor, associate professor of the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnology University, e-mail: [nikolay.karnauh@gmail.com](mailto:nikolay.karnauh@gmail.com)

**Kateryna Chyzhova** - student of higher education (3rd year) at the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnology University, e-mail: [katyxa315@gmail.com](mailto:katyxa315@gmail.com)



УДК 656.132

Наглюк М. І., к.т.н.; Павленко В. М., к.т.н., доц.; Кужель В. П., к.т.н., доц.

## ЗМІНА ХАРАКТЕРИСТИК АНТИФРИЗУ У СИСТЕМІ ОХОЛОДЖЕННЯ АВТОБУСА NEOPLAN В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПРОБІГУ

*Розглянуто рекомендовані виробниками терміни заміни антифризів автобусів, які не достатньо обґрунтовані через застосування двигунів різних моделей і модифікацій, що працюють в різнотемпературних умовах експлуатації. Проведені експериментальні дослідження зміни характеристик антифризу системи охолодження автобуса Neoplan в залежності від пробігу.*

*The terms recommended by manufacturers for changing bus antifreezes are considered, which are not always justified due to the use of engines of different models and modifications operating in different operating conditions. Experimental studies of changes in the characteristics of the antifreeze of the Neoplan bus cooling system depending on the mileage were conducted.*

**Вступ.** Як відомо призначення антифризу в системі охолодження полягає в забезпеченні номінального теплового режиму роботи двигуна.

Вже в процесі експлуатації наприклад автобусів, при роботі двигуна антифриз ав системі охолодження і опалення салону, виконуючи функції з відведення тепла, також накопичує продукти корозійного зношування та забруднення, що призводить до зміни основних характеристик антифризу.

В свою чергу використання не якісного антифризу призводить до передчасних відмов у роботі системи охолодження двигуна автобуса, наприклад: виходу з ладу радіатора внаслідок його корозійного зношування або закупорки трубок; втрата еластичності гумових шлангів призводить до мікротріщин і витоків антифризу; сильне спінювання погіршує охолодження та призводить до перегріву деталей двигуна автобуса.

**Результаті дослідження.** Рекомендовані саме виробниками чи сервісними рекомендаціями терміни заміни антифризів не завжди обґрунтовані через застосування двигунів різних моделей та модифікацій, що працюють у різних умовах експлуатації. Досить часто на момент рекомендованої зміни антифризу не вичерпують запас своїх експлуатаційних властивостей і можуть працювати далі без зниження надійності роботи системи охолодження двигуна автобуса.

В свою чергу виробники автобусів обов'язково вказують у карті сервісного обслуговування періодичність технічного обслуговування та зміну антифризу, моторних та трансмісійних оливок у силових агрегатах на період гарантійного і післягарантійного обслуговування. Картою сервісного обслуговування автобусів Богдан наприклад передбачено заміну антифризу через 60 тис. км або 24 місяці експлуатації, береться до уваги той показник, який настане першим. Для визначення фактичного стану охолоджуючої рідини та її заміни необхідно проводити періодичний контроль, як правило, в залежності від пробігу [2-5].

Недолік в тому, що такому випадку не враховується те, що при простой автобуса з працюючим двигуном (прогрів, простій на світлофорі, на зупинках тощо) охолоджуюча рідина продовжує працювати і вичерпувати ресурс. У роботах [1, 6, 7] розглядається вплив характеристик охолоджуючої рідини на зміну витрати палива.

Отримати об'єктивну інформацію про процес зміни основних характеристик антифризу (електропровідності та швидкості надходження продуктів корозійного зношування сполук та деталей системи охолодження двигуна під час експлуатації) можна діагностуючи антифриз.

Саме за граничним значенням концентрації продуктів корозійного зношування та виміряним значенням уточнюють залишковий ресурс антифризу за формулою:

$$L_P^{3AT} = (F_{Д.К} - F_{ВИМ}) \cdot V_O \cdot \rho_p \cdot V_a / 60I, \quad (1)$$

де  $F_{Д.К}$  – допустима концентрація продуктів корозійного зношування в антифризі, г/т;  $F_{ВИМ}$  – виміряна концентрація продуктів корозійного зношування в антифризі, г/т;  $V_O$  – об’єм системи охолодження, м<sup>3</sup>;  $\rho_p$  – щільність антифризу, т/м<sup>3</sup>;  $V_a$  – швидкість руху автобуса, км/ч;  $I$  – швидкість потрапляння продуктів корозійного зношування в антифриз, г/хв.

Додатковим узагальнюючим показником якості охолоджуючої рідини може бути електропровідність антифризу. В джерелі [4] наведено результати вимірювань електропровідності стандартних розчинів за різних температур У роботах [1-5] описано дослідження та наведено результати зміни електропровідності різних вуглеводневих рідин, чистих та відпрацьованих зразків різних олиव.

Потрібно проводити періодичне діагностування для встановлення терміну служби антифризу за фактичним станом, індивідуально по кожному окремому автобусу, тобто контроль якості антифризу шляхом проведення фізико-хімічного аналізу його проб. Слід зазначити, що такий контроль пов'язаний із значними труднощами, через необхідність мати спеціальні хімічні лабораторії, постійний штат працівників, відповідне обладнання, реактиви тощо. Тому авторами і запропонований такий інтегральний показник як електропровідність антифризу, який характеризує його стан загалом і визначення якого б тривало небагато часу.

Результати зміни характеристик охолоджуючої рідини в системі охолодження автобуса Neoplan в залежності від пробігу наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати зміни характеристик охолоджуючої рідини в системі охолодження автобуса Neoplan в залежності від пробігу

Характеристики охолоджуючої рідини		Antifreeze (0 км)	Antifreeze (120 тис. км)
Щільність при 20°C, г/см <sup>3</sup>		1,145	1,062
Температура застигання, °C		<-30	<-30
Водневий показник, рН		6,5	6,61
Лужність, см <sup>3</sup> , не менше		14,3	14
Електропровідність, Ом <sup>-1</sup> ·м <sup>-1</sup>		6,22·10 <sup>-5</sup>	6,57·10 <sup>-5</sup>
В'язкість (кінематична), мм <sup>2</sup> /с, при 80°C		1,28	0,79
Корозійний вплив на метали, г/м <sup>2</sup> ·доб.:			
– мідь		0,0044	0,0075
– латунь		0,0028	0,0049
– алюміній		0,0086	0,0104
– сталь		0,0578	0,0994
– чавун		0,1168	0,0628
Концентрація продуктів зношування (корозійного), г/т:			
Fe		-	236
Al		-	216
Cu		-	20
Sn		-	172
Швидкість потрапляння в антифриз: алюмінію	мг/км	-	0,12
	мг/л	-	0,44
заліза	мг/км	-	0,13
	мг/л	-	0,48
міді	мг/км	-	0,01
	мг/л	-	0,04

**Висновки.** Авторами запропонований такий інтегральний показник як електропровідність антифризу, який характеризує його стан загалом і визначення якого не вимагає небагато часу, тобто можна точніше встановити доцільність експлуатації автобуса на даному антифризі конкретного виробника, терміни його зміни не чекаючи настання відмови.

#### Список використаних джерел

1. Астапенков В.А. Охлаждающая жидкость экономит топливо / В.А. Астапенков // Автодорожник Украины. – 1994. – №2. – С.15–16.
2. Галкин М.Л. «Инновационные энергоэффективные антифризы для автомобильного транспорта» / М.Л. Галкин, А.М. Рукавишников // *Автомобильный транспорт: науч.-техн. журнал.* – 2013. – №12. – С.24–25.
3. Наглюк М.И. «Уточнение сроков смены антифризов при эксплуатации» / М.И. Наглюк, В.П. Волков, И.С. Наглюк // *Наукові нотатки: міжвузівський зб.* – Луцьк, 2012. – Вип. 37. – С.246–256.
4. Венцель Е. С. *Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел* / Е. С. Венцель, С. Г. Жалкин, Н. И. Данько. – Харьков: УкрГАЗТ, 2003. – 168с.
5. Богородицкий Н.П. «Электротехнические материалы» / Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – Л.: «Энергия», 1977. – 352 с.
6. *Оперативний контроль технічного стану транспортних засобів* : монографія / [І.В. Грицук, В.П. Волков, І.В. Худяков, Т.В. Волкова, В.П. Кужель]. – Харків – Херсон – Вінниця: Едельвейс і К, 2022. – 197 с. ISBN 978-617-7417-00-1.
7. *Поліпшення паливної економічності і екологічних показників транспортних засобів з системою теплової підготовки* : монографія / [І.В. Грицук, В.П. Волков, Д.С. Погорлецький, Т.В. Волкова, В.П. Кужель]. – Харків – Херсон – Вінниця: Едельвейс і К, 2022. – 178 с. ISBN 978-617-7237-99-9.

**Наглюк Михайло Іванович** – к.т.н., старший викладач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, e-mail: [golkipер86@ukr.net](mailto:golkipер86@ukr.net)

**Павленко В'ячеслав Миколайович** – к.т.н., доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

**Кужель Володимир Петрович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com) , [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

**Nahliuk Mykhailo**, Ph. D. (Eng.), Senior Lecturer, Senior Lecturer of Technical operation and service of cars department, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [golkipер86@ukr.net](mailto:golkipер86@ukr.net)

**Pavlenko Viacheslav**, Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Technical operation and service of cars department, Kharkiv National Automobile and Highway University , e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com)

**Kuzhel Volodymyr**, Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com), [kuzhel\\_v@vntu.edu.ua](mailto:kuzhel_v@vntu.edu.ua)

УДК 656.078

Огневий В. О., к.е.н., доц.

## УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

*В роботі проаналізовано мету здійснення інноваційної діяльності та перспективні методи управління інноваційним розвитком підприємств автомобільного транспорту.*

*The paper analyzes the purpose of innovative activity and promising methods of managing the innovative development of road transport enterprises.*

Економіка України не зможе продуктивно розвиватися, функціонувати і бути конкурентоспроможною на світовому ринку без оновленої транспортної галузі. Для цього необхідно максимально сконцентруватися на інноваційних процесах розвитку і запровадженню інновацій у всі можливі сфери діяльності автомобільного транспорту.

Сучасні реалії вимагають невідкладного вирішення низки науково-технічних, виробничих, економічних і соціальних проблем. Однією з них є розвиток і постійне вдосконалення автомобільного транспорту який забезпечує розвиток усіх видів виробництва і задовольняє попит населення в перевезеннях. Основною задачею організації і управління виробництвом на автотранспортному підприємстві є раціональне поєднання і використання всіх ресурсів виробництва з метою виконання максимальної транспортної роботи при перевезенні вантажів і пасажирів. Для цього необхідно максимально сконцентруватися на інноваційних процесах розвитку і запровадженню інновацій у всі можливі сфери діяльності автомобільного транспорту.

Основною задачею організації і управління виробництвом на автотранспортному підприємстві є раціональне поєднання і використання всіх ресурсів виробництва з метою виконання максимальної транспортної роботи.

Одним з напрямків підвищення ефективності для автотранспортних підприємств є реалізація інноваційних проектів.

Відповідно до Закону України «Про інноваційну діяльність» інноваційна діяльність є однією з форм інвестиційної діяльності, що має на меті [1, 2]:

- впровадження досягнень науково-технічного прогресу у виробництво і соціальну сферу, включаючи випуск і поширення принципово нових видів техніки і технології;
- прогресивні міжгалузеві структурні зрушення, реалізацію довгострокових науково-технічних програм із великим терміном окупності витрат;
- фінансування фундаментальних досліджень для здійснення якісних змін у стані виробничих сил; розробку і впровадження нової, ресурсозберігаючої технології, спрямованої на поліпшення екологічного стану навколишнього середовища.

Управління інноваційним розвитком підприємства орієнтоване на досягнення визначених цілей підприємства в умовах конкурентного середовища, коли цілі інших господарюючих суб'єктів можуть з ними не збігатися. Це протиріччя слід належним чином враховувати, узгоджуючи намічені цілі з можливостями їхнього досягнення. У цілому, в масштабах ринку таке узгодження цілей і інтересів господарюючих суб'єктів відбувається за допомогою ринкових та внутрішніх організаційно-економічних механізмів, а також механізмів державного і регіонального регулювання і підтримки.

Тому управління інноваційним розвитком підприємств автомобільного транспорту здійснюється на декількох рівнях: рівні держави, рівні регіону чи галузі, рівні конкретного суб'єкта господарювання. Перші два становлять макрорівень управління, а останній – мікрорівень. Виділяють наступні методи управління інноваційним розвитком автотранс-

портного підприємства на макрорівні [3]: економічного стимулювання, планування, правові, соціального регулювання, політичного регулювання.

Серед перелічених методів ключовими є методи економічного стимулювання, вплив яких може бути як прямим так і опосередкованим. Як відзначає ряд фахівців з управління [4, 5, 6] макрорівень управління визначає поле інноваційної діяльності підприємства, а мікрорівень конкретизує варіанти дій окремих суб'єктів підприємницької діяльності на шляху інноваційного розвитку.

На мікрорівні до основних функцій управління процесами інноваційного розвитку на автотранспортних підприємствах належать: аналіз зовнішнього середовища і прогнозування його розвитку; аналіз внутрішнього середовища підприємства; виявлення напрямків та варіантів інноваційного розвитку з врахуванням ринкових можливостей; вибір цільових ділянок ринку (сегментів чи ніш); аналіз і кількісна оцінка ризику на етапах інноваційного розвитку; виділення пріоритетних напрямків діяльності; формування організаційної структури управління автотранспортними підприємствами; планування виробничо-збутової і фінансової діяльності за обраними напрямками; маркетинговий аудит плану інноваційного розвитку.

Суб'єктом управління інноваційним розвитком на автотранспортному підприємстві є керівництво підприємства. Об'єктом управління – процес інноваційного розвитку, який реалізується працівниками підрозділів підприємства. Предметом – сукупність організаційно-економічних відносин, що виникають в системі управління інноваційним розвитком. В цій системі обов'язковим є процес уточнення цілей організації під впливом мінливого конкурентного середовища.

**Висновки.** Застосування перспективних методів управління інноваційним розвитком автотранспортного підприємства дозволяє підвищити ефективність експлуатації рухомого складу і відповідно прибутковість та конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг. Сам же процес управління рівнем інноваційного розвитку автотранспортного підприємства повинен містити інструменти управління конкурентоспроможністю інновацій, які воно впроваджує.

#### Список використаних джерел

1. Закон України «Про інноваційну діяльність» від 4 липня 2002 № 40- IV. - // Відомості Верховної Ради України. 2002, № 36. – 266 с.
2. Законодавство України Про автомобільний транспорт / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/2344-14> (дата звернення 07.01. 2023). – Назва з екрана.
3. Копитко М. І. Управління інноваціями: навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни у схемах і таблицях. Львів: ЛьвДУВС, 2019. 292 с.
4. Мірошник І. М. Національні інноваційні системи та розвиток високотехнологічних галузей, підприємств, компаній: Монографія / Мірошник І. М. – К.: Наукова думка, 2003. – 80 с.
5. Микитюк П. П. Інноваційний менеджмент: підруч. / П. П. Микитюк, В. Я. Брич, М. М. Шкільняк, Ю. І. Микитюк – Тернопіль: Екон. Думка ТНЕУ, 2019. – 518с.
6. Пойда-Носик Н. Н. Управління інноваційними проектами: навч. посібник / уклад.: Н. Н. Пойда-Носик, І. І. Черленяк - Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2017. - 360 с.

**Огневий Віталій Олександрович** – к.е.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [ognevoy@ukr.net](mailto:ognevoy@ukr.net).

**Ohnevyi Vitalii** – PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [ognevoy@ukr.net](mailto:ognevoy@ukr.net).

УДК 629.349-838:502.1

Олішевська В. Є., к.т.н., доц.; Олішевський Г. С., к.т.н., доц.

## ПОТЕНЦІАЛ І КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

*В роботі проведено дослідження потенціалу електромобілів в умовах переходу від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання до електромобілів. Розглянуто фактори, що впливають на конкурентоспроможність електромобілів.*

*In work research of potential of electrocars in the conditions of transition from cars with a combustion engine to electrocars is conducted. Factors which influence on the competitiveness of electrocars are considered.*

**Вступ.** Розвиток науки і техніки в двадцятому столітті вивели автомобільний транспорт на абсолютно новий технічний рівень і значно збільшили кількість автомобілів. Вже в 2010 році число автомобілів, зареєстрованих в масштабах всього світу, перевищило мільярд. В структурі сучасного автомобільного парку більшість автомобілів – це автомобілі з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ), які значно погіршують екологічний стан. При цьому, один автомобіль з ДВЗ за рік поглинає, в середньому, близько 1...2 т кисню і виділяє 600...800 кг вуглекислого газу, 40 кг оксидів азоту та 200...230 кг незгорілих вуглеводнів [1]. Автомобільні вуглекислі вихлопи складають до 80 % забруднення повітря в мегаполісах. Екологічні проблеми автомобільного транспорту і їх наслідки прийняли такі масштаби, що вирішення екологічних проблем сьогодні є основним завданням у контексті Концепції Сталого розвитку.

Одним з перспективних шляхів розвитку автомобільного транспорту є електромобілі. Але визначення потенціалу розвитку електромобілів в умовах переходу від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання до електромобілів потребує аналізу факторів, що впливають на конкурентоспроможність електромобілів.

**Мета роботи.** Дослідження потенціалу розвитку електромобілів в умовах переходу від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання до електромобілів і аналіз факторів, що впливають на конкурентоспроможність електромобілів.

**Результати дослідження.** З 2010 року спостерігається стрімке зростання сучасного парку електромобілів [2]-[7]. На рис. 1 показана динаміка розвитку ринку електромобілів у період 2010...2019 р.р. в різних країнах [2]. У 2020 р. кількість продажів електромобілів зросла на 43 % в порівнянні з 2019 р., а доля світового ринку електромобілів склала 4,6 % [2]. В 2021 р. в США було зареєстровано 630000 електромобілів, в Китаї – 3,3 млн. електромобілів [3]. В Європейському Союзі (ЄС) в 2021 р. було зареєстровано 2,3 млн. електромобілів, що в загальній кількості продажів автомобілів склало 17 % [3].

В Україні за період з 01.07.2020 р. по 01.01.2021 р. кількість продажів збільшилась на 4017 електромобілів. Лідером з продаж на українському ринку електромобілів за 2020 рік був Nissan Leaf (50...54 %), на другому місці – Tesla Model S (6 %), третім за популярністю став Renault Kangoo (4 %), четверте і п'яте місця розділили Tesla Model 3 (3...4 %) і BMW I3 (4 %). Середній вік електромобілів, що продані в 2020 р. склав 5...5,3 років [7].

За даними Global EV Outlook 2022, на протязі 2021 р., завдяки використанню електромобілів, кількість викидів від автомобільного транспорту було скорочено більш ніж на 40 млн. т еквіваленту вуглекислого газу [3]. Ці результати свідчать про перспективність розвитку електромобілів з екологічної точки зору.

Прогноз розвитку ринку електромобілів до 2030 р. показано на рис. 2 [3]. У Норвегії планується продавати тільки електричні легкові автомобілі вже з 2025 р. Інші країни планують повне витіснення легкових автомобілів з ДВЗ на 2030...2040 р.р. [4].

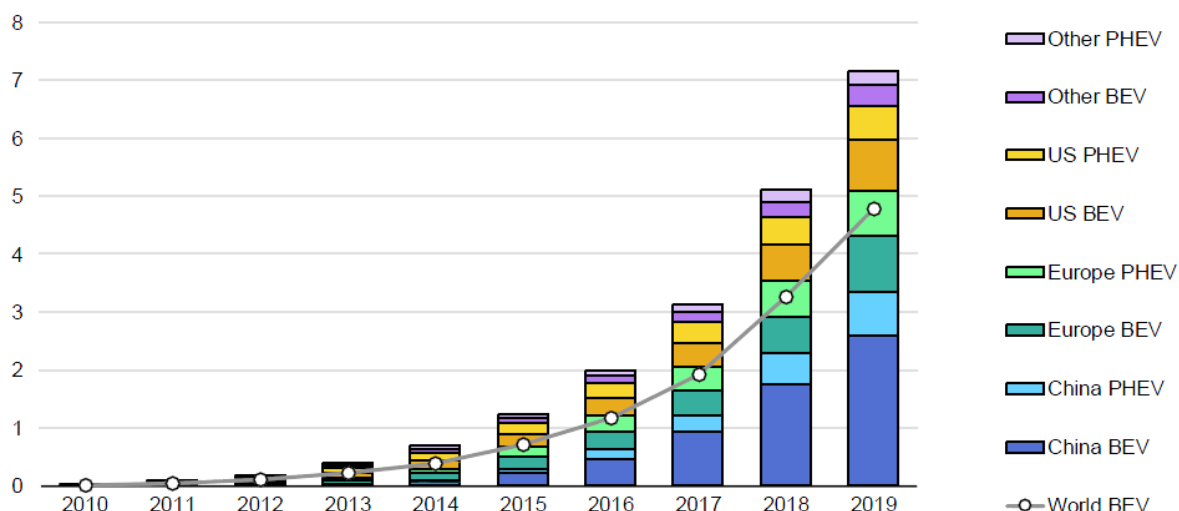


Рисунок 1 – Динаміка зростання світового парку електромобілів [2]  
 (Джерело: IEA analysis based on country submissions, complemented by ACEA (2020); EAFO (2020); EV-Volumes (2020); Marklines (2020); OICA (2020); CAAM (2020))

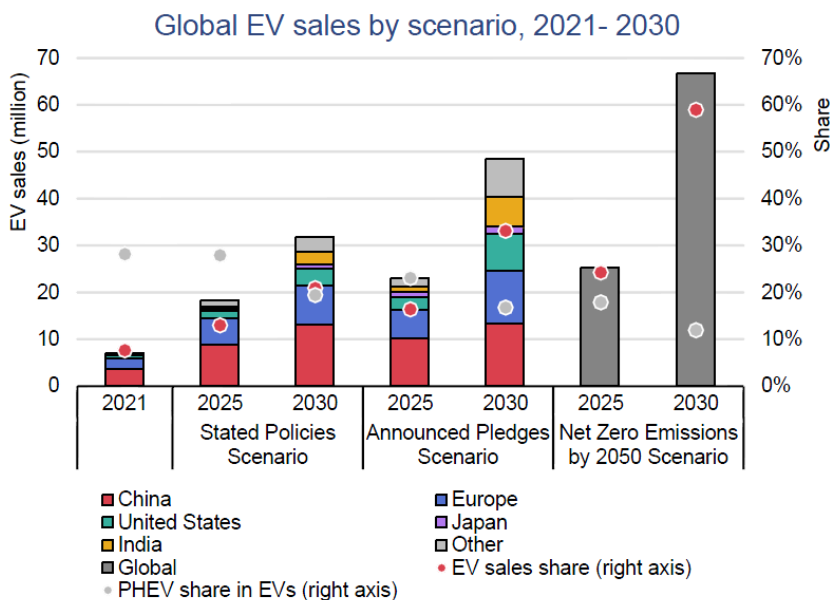


Рисунок 2 – Прогноз розвитку ринку електромобілів [3]  
 (Джерело: IEA)

Перехід від традиційних автомобілів з ДВЗ до електромобілів має економічні вигоди, які підтверджує порівняння енергетичних характеристик автомобілів з різними силовими установками – ДВЗ, гібридного автомобіля та електромобіля, що було зроблено Бажиновим О. В. та Ткачевим О. Ю. [8].

При оцінці конкурентоспроможності електромобілів важливим критерієм є вартість електромобіля.

У багатьох сучасних електромобілів більшість вузлів і агрегатів є запозиченими від автомобілів з ДВЗ. В конструкції електромобілів використовуються такі ж ходова частина і підвіска, колісні приводи, ті ж основні компоненти системи рульового управління, гальмування, освітлення і багато інших. Тільки над деякими моделями проектувальники працювали, як над електромобілями, наприклад, автомобілі Tesla, Honda EV-plus, Chevrolet Bolt.

Наприклад, порівняльний аналіз моделей-двійників – бензинового автомобіля Nissan Note та електромобіля Nissan Leaf показує, що кузов та механічні вузли є аналогічними [5]. За оснащенням, базова версія електромобіля – дуже близька до максимальної комплектації бензинового автомобіля.

Аналіз собівартості електромобіля на прикладі моделі Nissan Leaf показує, що в 2010 р. компанія-виробник продавала електромобілі зі збитком 11900 дол. на одиницю (рис. 3). При цьому, вартість акумуляторної батареї складала 57,3 % від вартості електромобіля. На прикладі моделі Nissan Leaf, зрозуміло, що основний внесок у високу вартість електромобіля в порівнянні із звичайним автомобілем, вносять акумуляторна батарея і силова та зарядна електроніка. Сьогодні вартість цих компонентів може досягати 40...50 % від загальної вартості електромобіля.

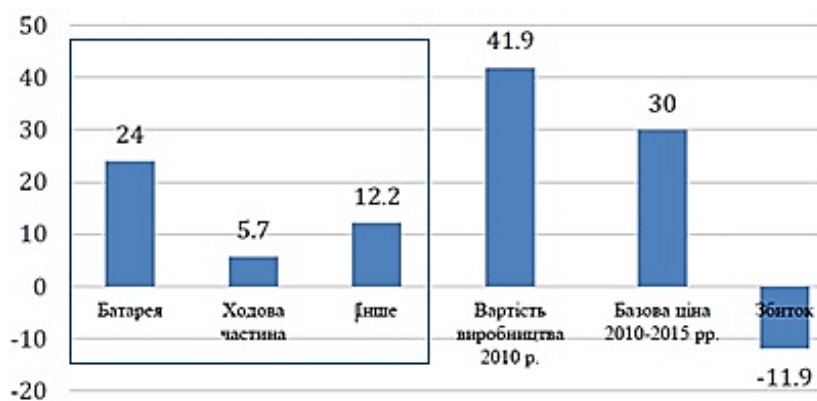


Рисунок 3 – Складові вартості Nissan Leaf, тис. дол. [5]

Але перевагами електромобіля є дешева коробка передач та електромотор.

В сучасних електромобілях в якості тягового електродвигуна застосовуються декілька типів електродвигунів: асинхронні двигуни змінного струму, колекторні двигуни постійного струму, синхронні двигуни змінного струму або сучасні типи двигунів змінного струму з вентильним управлінням (вентильні двигуни) [9]. Електродвигун, в порівнянні з ДВЗ, має значно вищий ресурс, а складність виготовлення електродвигуна відносно незначна.

Увага конструкторів до електромобілів підтримується тим, що крім відсутності токсичних викидів в навколишнє середовище, сучасні електродвигуни мають механічні характеристики, що ідеально відповідають вимогам тягового приводу, а також високий ККД. Так, ККД сучасного вентильного електродвигуна досягає 90...95 %, в той час як ККД бензинового ДВЗ становить близько 30 %, дизельного – 40 %, криогенних установок – 30...35 %, паливних елементів – 70 %. Разом з тим, необхідно відзначити, що загальний ККД електромобіля, якщо вважати його з моменту отримання електричної енергії до факту руху електротранспорту, виявляється приблизно вдвічі вище, ніж ККД сучасного автомобіля, що обладнаний ДВЗ [10].

Отримати прибуток від продажу електромобіля Nissan Leaf, що близька до норми прибутку автомобіля з ДВЗ, автовиробнику вдалося в 2017 р. за рахунок зниження вартості батареї.

У промисловості і автомобілебудуванні широке застосування отримали нікель-кадмієві (NiCd), нікель-метал-гідридні (NiMh), свинцево-кислотні (Pb) і літій-іонні (Li-ion) акумуляторні батареї [10]. Прорив літій-іонних акумуляторів, які все більше завойовують ринок, пов'язаний з очікуваними високими питомими характеристиками і значним розширенням робочого температурного діапазону [10]. Але з початку комерціалізації літій-іонної батареї до моменту, коли виробники почали отримувати прибуток – пройшло 27 р.

Дослідження, розробка та впровадження, а також перспектива масового виробництва акумуляторів ведуть не тільки до збільшення густини зберігання енергії, але і до швидкого



зниження вартості батареї. Наприклад, зниження цін на літій-іонні акумулятори на 74 %, що відбувалося з 2011 р. по 2017 р., привело до збільшення кількості продаж електромобілів в світі в 16 разів [7]. Вдосконалення технологій виробництва батареї приводить до скорочення розриву між цінами на електромобілі і автомобілі з ДВЗ, що веде до підвищення конкурентоспроможності електромобілів.

Конструкція електромобілів з істотно меншою кількістю компонентів, позитивно позначається на надійності, що знайшло відображення в гарантійних умовах автовиробників. Наприклад, гарантія на батарею Nissan Leaf на старті продажів була 5 років, а в даний час – збільшено до 8 років або 160000 км.

Наступний етап визначення конкурентоспроможності електромобілів потребує аналізу технічного обслуговування (ТО) електромобілів.

Технічне обслуговування електромобілів практично не відрізняється від автомобілів з двигунами внутрішнього згорання, за істотним винятком того, що стосується силової установки, її допоміжних систем і трансмісії [9].

До списку регулярних робіт з технічного обслуговування електромобіля входять наступні роботи: перевірка рівня і, при необхідності – доливка або заміна рідин (гальмівна система, охолодження акумулятора, редуктор); перевірка гальмівних магістралей і електричних кабелів; діагностика підвіски і ходової частини; перестановка коліс; регулювання кутів установки коліс; перевірка стану і заміна гальмівних колодок; перевірка пильників приводів коліс; заміна салонного фільтра; комп'ютерна діагностика, в тому числі перевірка стану високовольтної батареї.

Обслуговування електромобілів, в порівнянні з автомобілями з ДВЗ, відрізняється збільшеними міжсервісними інтервалами, меншою кількістю операцій, меншим загальним часом перебування в сервісі, меншим складом і кількістю запчастин і витратних матеріалів [9]. У сукупності це може призвести до суттєвого скорочення витрат на експлуатацію і скорочення простоїв рухомого складу під час ТО і поточного ремонту.

Майбутній розвиток електромобілів, згідно Global EV Outlook 2022, можливий за наступними сценаріями:

- сценарій заявленої політики: кількість електромобілів до 2030 р. буде складати 200 млн. автомобілів, що буде складати 10 % автомобільного парку;
- сценарій об'явлених зобов'язань: кількість електромобілів до 2030 р. буде складати 270 млн. автомобілів, що буде складати 14 % автомобільного парку;
- сценарій «Нульові чисті викиди до 2050 р.»: кількість електромобілів до 2030 р. буде складати 350 млн. автомобілів, що буде складати 20 % автомобільного парку [3].

**Висновки.** Більше 20 країн світу, включаючи країни ЄС, Китай, Індію, Японію, Південну Корею прийняли або готуються вжити обмежувальні заходи, що стосуються виробництва і продажу автомобілів з ДВЗ.

Світовий прогноз розвитку електромобілів свідчить, що у наступні 20 років попит на електромобілі буде мати стабільну тенденцію до зростання. Це буде досягтися завдяки зростанню кількості електромобілів у великих країнах (Китай, США, Канада), а також в ЄС.

Конкурентоспроможність електромобілів залежить від вартості електромобіля і вартості ТО електромобіля. Нові електромобілі мають високі ціни, але постійне зростання цін на бензин, дизельне паливо і газове паливо приводить до того, що покупці легкових автомобілів останнім часом все частіше віддають перевагу електромобілям.

Конкурентоспроможність електромобілів значною мірою залежить від акумуляторів, які сьогодні складають до половини собівартості електромобіля і визначають його характеристики з пробігу і зручності експлуатації.

#### Список використаних джерел

1. Запорожець О. І., Бойченко С. В., Матвеева О. Л., Шаманський С. Й., Дмитруха Т. І., Маджд Т. М. Транспортна екологія : навч. посіб. [Електронний ресурс] / за заг. ред. С. В.

Бойченка. Київ : НАУ, 2017. 507 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/37212> 27.02.2023 (дата звернення: 27.02.2023).

2. Global EV Outlook 2020 [Електронний ресурс]. 2020. 276 р. URL: [https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/Global\\_EV\\_Outlook\\_2020.pdf](https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/Global_EV_Outlook_2020.pdf) (дата звернення 05.04.2023).

3. Global EV Outlook 2022 [Електронний ресурс]. 2022. 221 р. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad8fb04c-4f75-42fc-973a-6e54c8a4449a/GlobalElectricVehicleOutlook2022.pdf> (дата звернення 05.04.2023).

4. Update on the Global Transition to Electric Vehicles Through 2019. The International Council On Clean Transportation. Briefing [Електронний ресурс]. July 2020. 15 р. URL: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/update-global-EV-stats-20200713-EN.pdf> (дата звернення 05.04.2023).

5. Стан та перспективи розвитку ринку електрокарів в Україні [Електронний ресурс]. 39 с. URL: [https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_vcheniy\\_secretar/\\_%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C\\_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%95%D0%90%D0%A2/2020R/%D0%90%D0%A2\\_%D0%95%D0%90%D0%A2\\_ELEKTROKARY.pdf](https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/_%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%95%D0%90%D0%A2/2020R/%D0%90%D0%A2_%D0%95%D0%90%D0%A2_ELEKTROKARY.pdf) (дата звернення 05.04.2023).

6. Грома Я. В., Глущенко Я. І. Порівняльний аналіз ринку електромобілів в Україні та світі [Електронний ресурс]. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2019. № 16. С. 42-49. URL: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.16.2019.181408> (дата звернення 05.04.2023).

7. Олішевська В. Є., Олішевський Г. С. Концепція розвитку електромобілів та супутньої інфраструктури в Україні [Електронний ресурс]. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали X-ої міжнар. наук.-техн. інтернет-конф., м. Вінниця, 14-15 квіт. 2022 р. Вінниця, 2022. С. 225-228. URL: <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/162861> (дата звернення 05.04.2023).

8. Бажинов О. В., Ткачев О. Ю. Енергетичні характеристики автомобілів з різними силовими установками [Електронний ресурс]. *Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні* : наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 15-18 жовт. 2019 р. Харків, 2019. С. 311-312. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/8170> (дата звернення 05.04.2023).

9. Дослідження режимів технічного обслуговування автомобілів з електричним приводом [Електронний ресурс]. 2020. 38 с. URL: [https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_vcheniy\\_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C\\_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%90%D0%95/2020R/AT\\_AE\\_MAX-80.pdf](https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%90%D0%95/2020R/AT_AE_MAX-80.pdf) (дата звернення: 05.04.2023).

10. Весела М. А. Підвищення ефективності управління силовою установкою електромобіля з бортовою підзарядкою в умовах експлуатації : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2019. 185 с.

**Олішевська Валентина Євгенівна** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: [olishevskav.ye@nmu.one](mailto:olishevskav.ye@nmu.one)

**Олішевський Геннадій Сергійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри електроенергетики, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: [Olishevskiyi.H.S@nmu.one](mailto:Olishevskiyi.H.S@nmu.one)

**Olishevskaya Valentyna** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, Dnipro University of Technology, e-mail: [olishevskav.ye@nmu.one](mailto:olishevskav.ye@nmu.one)

**Olishevskiy Hennadiy** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Power Engineering Department, Dnipro University of Technology, e-mail: [Olishevskiyi.H.S@nmu.one](mailto:Olishevskiyi.H.S@nmu.one)

УДК 355.58(075.8)

Осін Р. А., к.т.н., доц.; Красота М. В., к.т.н., доц.

## НЕБЕЗПЕКА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

*Розглянуто найбільш поширені види надзвичайних ситуацій, що можуть траплятися при автомобільних перевезеннях, зазначено основні причини виникнення надзвичайних ситуацій, наведено рекомендації щодо дій при виникненні найбільш небезпечних їх видів.*

*Considered the most common types of emergent situations, which can appear during car transportations, defined main causes of emergent situation appearance, shown recommendations for activities during the most dangerous types of them.*

**Постановка проблеми.** Значна кількість техногенних катастроф відбувається на автомобільному транспорті. Автомобільний транспорт, крім пасажирів, перевозить безліч різноманітних вантажів. Більша частка цих вантажів може становити для людини значну загрозу. Вони можуть горіти, вибухати, отруювати і заражати довкілля.

**Результати дослідження.** Автомобільний транспорт, що виконує величезні обсяги перевезень пасажирів і вантажів, у тому числі небезпечних та особливо небезпечних, відноситься до галузей народного господарства з підвищеним ризиком аварійних ситуацій.

Аварії техногенного характеру класифікуються також з урахуванням масштабу заподіяних чи очікуваних економічних збитків. Найбільша кількість надзвичайних ситуацій, особливо із загибеллю людей, припадає на транспорт, що свідчить про високу потенційну небезпечність транспорту як галузі господарства. Щорічно в Україні транспортом загального користування перевозиться понад 900 мільйонів тонн вантажів (в тому числі велика кількість небезпечних), понад 3 мільярди пасажирів. На залізничний транспорт припадає близько 60% вантажних перевезень, автомобільний - 26%, річковий і морський - 14%.

Оскільки транспортом перевозяться 15% потенційно небезпечних вантажів (вибухонебезпечні, пожежонебезпечні, хімічні та інші речовини) небезпека життю і здоров'ю людей збільшується.

Ступінь зношення транспортних засобів складає понад 50%, а на деяких підприємствах і значно більше, що негативно позначається на статистиці надзвичайних ситуацій на транспорті.

Більшість техногенних ситуацій на автомобільному транспорті виникає внаслідок дорожньо-транспортних пригод. Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) — подія, що виникає в процесі руху механічних транспортних засобів і спричиняє загибель або тілесні ушкодження людей, пошкодження транспортних засобів, споруд, вантажів або інших матеріальних збитків [1, 2].

Найбільш поширеними є такі види ДТП:

- зіткнення — пригода, при якій механічні транспортні засоби, що рухаються, зіткнулися між собою або з рухомим залізничним складом;
- перекидання — пригода, при якій механічний транспортний засіб, що рухається, втратив стійкість і перекинувся (до цього виду подій не відносяться перекидання, викликані зіткненням механічних транспортних засобів або наїздом на нерухомі предмети);
- наїзд на перешкоду - подія, при якій механічний транспортний засіб наїхав або вдарився об нерухомий предмет (опора мосту, стовп, дерево, огорожу тощо);
- наїзд на пішоходів, велосипедистів, тварин, інших транспортних засобів, що стоять на місці.

Загальні причини пригод на автомобільному транспорті:

- порушення правил руху;
- природне фізичне зношування технічних засобів;
- порушення правил експлуатації;
- недостатня підготовка осіб, що керують автомобілями, слабка їхня реакція, низька емоційна стійкість;
- невиконання правил перевезення небезпечних вантажів та недотримання при цьому необхідних вимог безпеки;
- поганий стан дороги, метеоумови;
- збільшення чисельності, потужності та швидкості транспортних засобів;
- недотримання населенням правил особистої безпеки.

Аварійні ситуації при перевезенні автомобільними дорогами небезпечних і особливо небезпечних вантажів призводять до значних руйнувань, зараження місцевості та ураження токсичними речовинами великих мас людей.

До 70% аварій трапляється з вини особи, яка керує транспортним засобом. Тому ДТП можна охарактеризувати як неузгоджену взаємодію ланок системи «водій – автомобіль – дорога».

Як правило ДТП - швидкоплинна подія, що розвивається за кілька секунд, а іноді й частки секунди. У місті з інтенсивним рухом водій кожні 1-2 хв приймає командне рішення, кожні 2-4 хв здійснює операторську дію, кожні 10 хв потрапляє в обстановку, близьку до критичної.

Гарантією безаварійності можуть бути гострий зір, швидка реакція, емоційна стійкість і гарне самопочуття водія. Найбільшу небезпеку є обставини з перевищенням водієм швидкості руху. За даними статистики, зіткнення на швидкості понад 115 км/год призводить до загибелі 90% водіїв. На вулицях міст та населених пунктів відбувається понад 72% аварій, 28% – на замських дорогах.

Ще однією проблемою є технічний стан транспортних засобів: в Україні близько 60% автомобільного парку перебуває в експлуатації від 5 до 10 років і більше. Особливо низькі показники поновлення парку автомобілів в агропромисловому комплексі.

При ДТП на автомобільному транспорті слід дотримуватись нескладних правил поведінки:

- у разі неминучості аварії не залишати машину до зупинки (шансів вижити в машині більше, ніж поза її межами).
- найбільш небезпечне місце для пасажира – передне сидіння.
- при падінні в автобусах слід групуватися, закрити голову руками, не братися за поручні або щось інше. Це призводить до вивихів та переломів.
- якщо в салоні автобуса виникла пожежа, негайно повідомити про це водія.
- відкривати двері кнопкою відкриття дверей або розбийте бічні вікна.
- гасити вогонь за допомогою вогнегасника.
- при падінні машини у воду увімкнути фари (щоб машину було легше шукати), активно провентилувати легені (глибокі вдихи та видихи дозволяють наповнити кров киснем), позбавитися зайвого одягу, захопити документи та гроші, вибиратися з машини через двері або вікно при заповненні машини наполовину водою, при необхідності розбити скло важкими підручними предметами.

Основними видами аварійно-рятувальних робіт при автомобільних аваріях є локалізація та ліквідація впливу вторинних факторів, що вражають, пошук і деблокування людей, надання ураженим першої медичної допомоги та їх евакуація.

Аварії на автомобільному транспорті, що призвели до пожежі, вимагають застосування для ліквідації наслідків спеціальних пожежних поїздів, пожежних частин та пошуково-рятувальних підрозділів. При таких пожежах вражаючими факторами є: висока температура, відкритий вогонь, що швидко поширюється, і отруйні речовини, що виникають у процесі горіння.

Аварії автомобільного транспорту, що здійснює перевезення небезпечних вантажів, можуть призводити до пожеж, вибухів, хімічного та біологічного зараження, радіоактивного забруднення.

Характерною особливістю цих надзвичайних ситуацій є значні розміри та висока швидкість формування вогнища ураження. Заходи щодо порятунку постраждалих у таких надзвичайних ситуаціях визначаються характером ураження людей, розміром ушкодження технічних засобів, наявністю вторинних факторів, що вражають.

При порятунку постраждалих в аварії під час перевезення небезпечних вантажів проводяться [3, 4]:

- розвідка та оцінка обстановки, визначення межі небезпечної зони та її огороження;
- локалізація та ліквідація наслідків факторів, що вражають;
- пошук постраждалих, забезпечення їх засобами індивідуального захисту та евакуація із небезпечної зони;
- надання постраждалим першої медичної допомоги;
- контроль вмісту небезпечних речовин у повітрі, воді та ґрунті.

При горінні цистерн із горючими рідинами необхідно негайно організувати їхнє гасіння. Цистерну, що горить, потрібно постійно охолоджувати водою, щоб виключити ймовірність вибуху. При горінні парів рідини над незакритою горловиною цистерни закривають кришку або накидають на неї кошму.

**Висновки.** Таким чином, основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій є помилки людини та технічний стан того чи іншого транспортного засобу. Зусилля у боротьбі з транспортними аваріями та катастрофами мають бути спрямовані на їх запобігання. Вчасно вжиті заходи повністю їх виключають чи значно зменшують втрати.

#### Список використаних джерел

1. Запорожець, О.І. Цивільний захист: підручник /О.І. Запорожець, В.О. Михайлюк, Б.Д. Халмурадов та ін. - К.: «Центр учбової літератури», 2016. - 264 с.
2. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – 3-ге вид., стереотипне – К.: Знання, 2013. – 487 с.
3. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник: Вид. 2-ге, перероб. — К.: Центр навчальної літератури, 2006. — 438 с.
4. І.М. Миценко, О. М. Мезенцев. Цивільна оборона. Навч. посібник - Чернівці.: Книга - XXI, 2004, - С. 137-153, 182-201.

**Осін Руслан Анатолійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: [ruslan\\_osin@ukr.net](mailto:ruslan_osin@ukr.net)

**Красота Михайло Віталійович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: [krasotamv@ukr.net](mailto:krasotamv@ukr.net).

**Ruslan Osin** - Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: [ruslan\\_osin@ukr.net](mailto:ruslan_osin@ukr.net)

**Mykhailo Krasota** - Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: [krasotamv@ukr.net](mailto:krasotamv@ukr.net).

УДК 656.13

Пахаренко В., к.т.н, доц.; Голотюк М. В., к.т.н., доц.; Білотіл М., Яцук О.

## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТУ

*Розвиток автомобільної галузі потребує вирішення проблем з викидами шкідливих речовин та ефективністю використання ресурсів. Вирішення цих проблем можливе за допомогою використання інших джерел живлення автомобіля які дозволяють зменшити викиди шкідливих газів. Одним з можливих рішень є використання електромобілів, які не викидають шкідливих газів та дозволяють зменшити потребу на нафтові палива.*

*The development of the automobile industry requires solving problems with emissions of harmful substances and the efficiency of resource use. Solving these problems is possible by using other car power sources that allow reducing emissions of harmful gases. One of the possible solutions is the use of electric vehicles, which do not emit harmful gases and allow to reduce the need for petroleum fuels.*

**Вступ.** Транспорт у більшості країн світу – одна із найдинамічніших галузей. Випереджальне розвиток галузі - об'єктивна закономірність ринкового господарства, що відображає його потреби у адекватному транспортному забезпеченні. Роль транспорту у соціально-виробничій інфраструктурі важлива, оскільки без стабільно працюючої транспортної системи неможливе нормальне функціонування ринків товарів та послуг, розвиток міст і регіонів, розширення міжнародних зв'язків.

**Проблеми та постановки.** Проблема автомобільного транспорту є в тому, що він є джерелом забруднення довкілля, що призводить до змін клімату та погіршення життя людей. Крім того експлуатація автомобілів супроводжується значними економічними витратами, що призводить до зростання вартості палива та ресурсів та перевантаження дорожньої інфраструктури, тому проблема автомобільного транспорту є складним науковим та практичним завданням, що потребує спільних зусиль інженерів, та науковців, та виробників [1].

Останні дослідження в галузі автомобільного транспорту фокусуються на розвитку нових технологій, що зможуть бути більше екологічними та зменшити споживання палива. Одним з напрямку є виготовлення електричного транспорту який вже декілька років успішно використовується в деяких країнах світу. Іншим напрямком є розробка гібридних та водневих транспортних засобів, вони в собі мають два джерела енергії бензиновий двигун та електричний мотор, що в даній проблемі дозволяє знизити викиди вуглекислого газу. Водневі автомобілі працюють за допомогою палива на основі водню, що повністю не шкідливий для навколишнього середовища однак у цього транспорту є проблема це розробка та впровадження таких транспортних засобів потребує значних витрат [2, 3].

**Метою дослідження** в галузі автомобільного транспорту був аналіз сучасних тенденцій та перспектив розвитку даної галузі. Та дослідження екологічного впливу на навколишнє середовище також безпека даного транспорту. У процесі дослідження було виявлено, що основними проблемами автомобільної галузі є підвищення викидів шкідливих речовин, залежність від нафтових палив та низька ефективність використання ресурсів. Для вирішення цих проблем було запропоновано використання альтернативних джерел енергії, таких як електрика, водневе паливо та газові двигуни, також було запропоновано використання нових технологій, таких як енергозберігаючі системи та автоматичні системи керування, що дозволять підвищити використання ресурсів та зменшити викиди шкідливих речовин.

У рамках досліджень було запропоновано ряд рішень, які посприяють вирішенню цих проблем, було запропоновано зміну двигунів внутрішнього згорання на електродвигуни.



Рисунок 1 – Транспортні джерела викидів парникових газів.

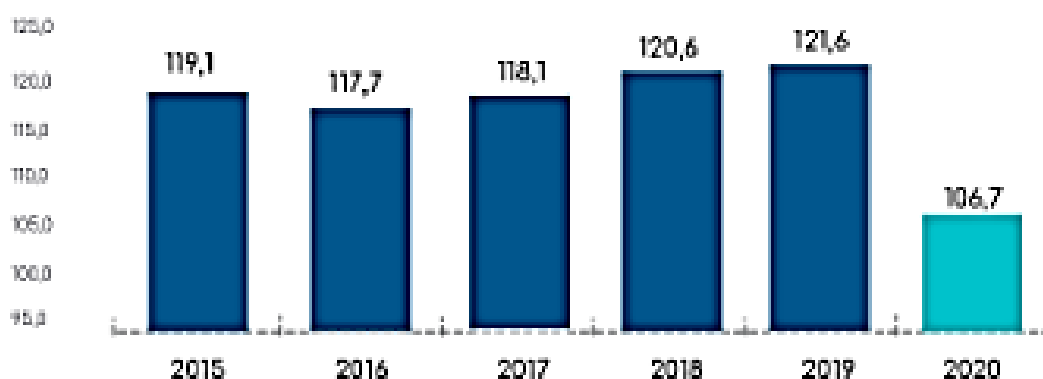


Рисунок 2 – Середньозважені викиди CO<sub>2</sub> у ЄС від нових автомобілів (г/км)

В результаті проведення робіт з розширення дорожньої мережі та впровадження нових технологій управління дорожнім рухом, що дозволить знизити аварійність та перевантаженість міських доріг, що посприє меншим викидам вуглекислого газу та забрудненню навколишнього середовища. Розвиток галузі можливий за умови впровадження ефективної інфраструктури та забезпечення розвитку технологій виробництва автомобілів, які будуть забезпечувати мінімізацію впливу на навколишнє середовище та споживання ресурсів.

**Висновки.** Отже, що розвиток автомобільної галузі потребує вирішення проблем з викидами шкідливих речовин та ефективністю використання ресурсів. Вирішення цих проблем можливе за допомогою використання інших джерел живлення автомобіля які дозволяють зменшити викиди шкідливих газів. Одним з можливих рішень є використання електромобілів, які не викидають шкідливих газів та дозволяють зменшити потребу на нафтові палива. Також можна розглядати використання таких автомобілів які використовують водневі та газові двигуни які мають менший вплив на навколишнє середовище. Розробки в галузі повинні спрямовуватись на вирішення проблем викидів та ефективності використання ресурсів. Для цього повинно забезпечити розвиток альтернативних джерел енергії та впровадження нових технологій, а також забезпечити відповідну інфраструктуру та розвиток технологій виробництва.

#### Список використаних джерел

1. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху: Монографія. -- К. : НАУ, 2015. – 177 с.

2. Макаров В.А. Про оцінку можливості та необхідності методологічної підтримки напрямів розвитку сучасної автомобільної техніки / В.А. Макаров, Т.В. Макарова // Вісник Вінницького політехнічного інституту» № 2 (149). 2020. – С. 89-98.

3. Дмитрів І. В. Автомобільний транспорт. Теорія і практика наукових досліджень : навчальний посібник / І. В. Дмитрів ; Національний університет "Львівська політехніка". – Львів : СПОЛОМ, 2019. – 316 с.

**Пахаренко Володимир** - к.т.н., доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Голотюк Микола Віталійович** - к.т.н., доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Білотіл Микола** - студент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Ящук Олександр** - студент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.

**Volodymyr Pakharenko** - Ph.D., associate professor, National University of Water Management and Nature Management, Rivne.

**Mykola Holotyuk** - Ph.D., associate professor, National University of Water Management and Nature Management, Rivne.

**Mykola Bilotil** - student, National University of Water Management and Nature Management, Rivne.

**Oleksandr Yashchuk** - student, National University of Water Management and Nature Management, Rivne.



УДК 629.3.015

Перегуда М. М.; Шумляківський В. П., к.т.н.

## ВПЛИВ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Зменшення споживання палива та викидів шкідливих речовин є однією з головних проблем експлуатації автомобіля, які потребують вирішення. В даній публікації розглянуті питання використання композитних матеріалів для зменшення маси автомобіля і як наслідок збільшення енергоефективності та зменшення викидів CO<sub>2</sub>.

*Reducing fuel consumption and emissions of harmful substances is one of the main problems of car operation that need to be solved. This publication examines the issue of using composite materials to reduce the weight of the car and, as a result, increase energy efficiency and reduce CO<sub>2</sub> emissions.*

**Вступ.** В сучасних умовах, зменшення маси автомобіля, стає основним завданням з покращення енергоефективності в автомобільній промисловості. Покращення паливної економічності та зменшення викидів відпрацьованих газів транспортних засобів є важливими питаннями технічної експлуатації автомобілів. Один з найкращих способів покращити паливну економічність – вдосконалення конструкції з урахуванням зменшення маси деталей автомобіля за допомогою заміни сталевих деталей на деталі з композитних матеріалів.

**Результати дослідження.** Від моменту зародження автомобільної промисловості і до теперішнього часу основним матеріалом для виготовлення автомобілів є метали. Більше половини загального обсягу у виробництві сучасного автомобіля складають чавунні та сталеві деталі, близько 11% - пластмаси, алюмінієві сплави 9%, гума 7% та скло 3% відповідно. Частка кольорових сплавів (магнію, титану, міді та цинку) становить близько 1 %, інші матеріали (лаки, фарби, електричні дроти, облицювальні матеріали тощо) - 13,5 %, як показано на рис. 1 [1].

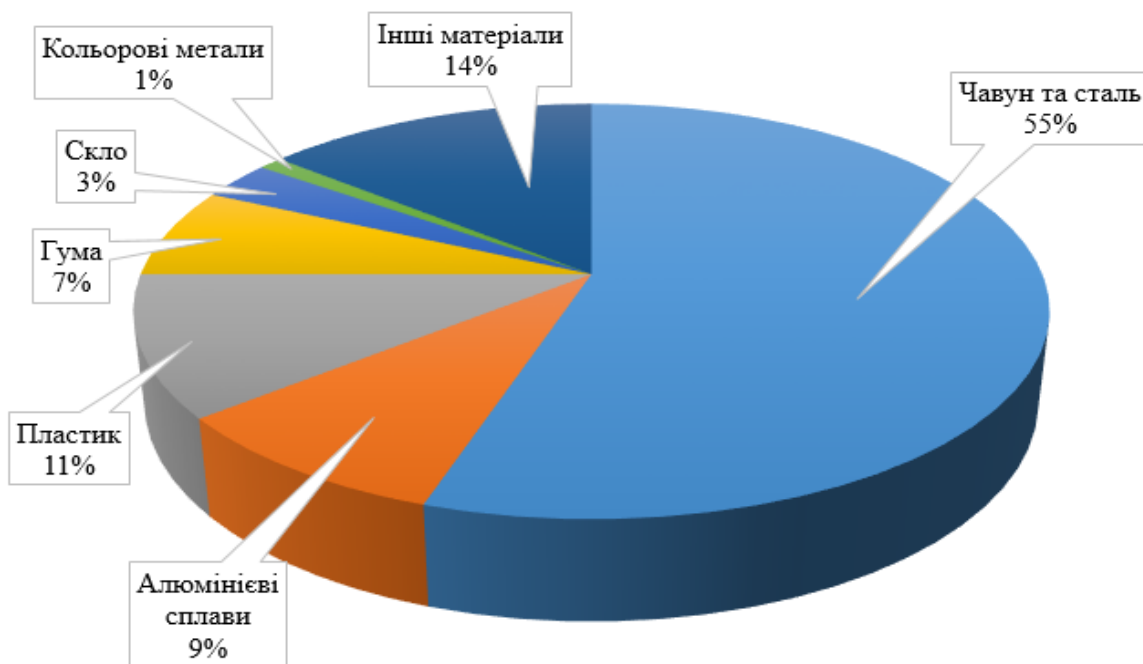


Рисунок 1 – Розподіл за видами матеріалів, що використовуються для виготовлення деталей автомобіля.

Кожні 50 кг зменшення маси автомобіля, зменшують споживання палива на 1-2% за даними ЕРА [4], хоча реальні експерименти показали що ці цифри навіть більші, близько 3-4%, це призводить до зниження викидів вуглецю на 1 г/км. З цієї причини проводиться багато досліджень по використанню вуглепластиків в конструкції автомобіля. Вуглепластик має низьку масу, високу міцність, високу жорсткість, хорошу вібростійкість, стійкість до втоми, корозійну стійкість та інші переваги.

Композитні матеріали, а саме склопластики та вуглепластики можуть бути використані в різних частинах автомобіля, таких як шасі, бампери, панель даху, двері, капот та ін. Шасі, будучи рамою транспортного засобу, має бути жорстким та міцним, щоб поглинати і зупиняти рухи та вібрації від двигуна, підвіски та осей. Воно також повинно бути легким, щоб покращити експлуатаційні характеристики та паливну ефективність автомобіля. Шасі виготовлене з вуглепластиків приблизно вдвічі міцніше і одночасно значно легше, ніж сталь або алюміній. Зазвичай шасі автомобіля має масу близько 150 кг, але використавши композитні матеріали, ми зменшуємо його масу на 40-45% або 60 кг. Основною проблемою в цьому випадку являється ремонтпридатність цього елемента, в випадку його пошкодження.

Майком Бамбахом було представлено дослідження по зміцненню компонентів конструкції даху транспортного засобу шляхом ламінування вуглецевих волокон до сталевій поверхні [2]. Потенціал зміцнення перевірено за допомогою дослідження двох різних пасажирських транспортних засобів, підданих різним випробуванням на розчавлювання даху, зображено на рис.2 [2].



Рисунок 2 – Випробувальна установка на розчавлювання даху автомобіля по протоколу FMVSS 216.

Також доведено, що зміцнення конструкцій дахів транспортних засобів за допомогою скловолна та карбонового волокна може сприяти підвищенню міцності та зменшенню маси даху в транспортних засобах [2]. В таблиці 1, наведено порівняння маси даху автомобіля, які виготовлено з металу та з вуглепластику, різниця складає 5,7-6,2 кг.

Таблиця 1 – Порівняння зменшення маси даху автомобіля

Конструкція даху	Маса конструкції, кг
Сталевий дах	11,2
Дах з композитних матеріалів	5-5,5

У дослідженні Меган Хеткок [3], досліджували потенціал графенових добавок у вуглепластикових кузовних панелях шляхом виготовлення дослідного зразка капота для Chevrolet Camaro 2016 року. Для розробки нового капоту, в якому використовується вдосконалене карбонове волокно, наповнене графеном, було досліджено різні кількості графенових добавок для визначення оптимальних характеристик. Новий легкий вуглецевий композит з графеном (0,1%) виявився ефективним матеріалом для концепції капоту Шевроле Камаро 2016 модельного року, оскільки він зменшує масу корпусу капоту на 5 кг, а це 50% від ваги оригінальної деталі, покращуючи при цьому конструкційні характеристики, але збільшуючи вартість.

**Висновок.** Таким чином, можна стверджувати, що використання композитних матеріалів має велику кількість переваг перед металами, для зменшення маси та відповідно збільшення енергоефективності автомобіля. Згідно з прикладами, які описані вище, зменшення маси кожної з деталей автомобіля може сягати до 50%, за виключенням силових агрегатів та трансмісії, що створює умови до покращення паливної економічності на 20-30%.

### Список використаних джерел

1. Novorun T. P., Berladir K. V., Pererva V. I., Rudenko S. G., Martynov A. I., Modern materials for automotive industry. Дата оновлення: 02.12.2017. (дата звернення 05.04.2023). URL: <https://jes.sumdu.edu.ua/modern-materials-for-automotive-industry>
2. M.R. Vambach, Fibre composite strengthening of thin steel passenger vehicle roof structures. Дата оновлення: 11.01.2016. (дата звернення 05.04.2023). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263823113002401>
3. Megan Hathcock, Opportunities to improve carbon fiber composites for vehicle lightweighting using graphene additives. Дата оновлення: 15.04.2018. (дата звернення 05.04.2023). URL: [https://www.researchgate.net/publication/324605246\\_OPPORTUNITIES\\_TO\\_IMPROVE\\_CARBON\\_FIBER\\_COMPOSITES\\_FOR\\_VEHICLE\\_LIGHTWEIGHTING\\_USING\\_GRAPHENE\\_ADDITIVES](https://www.researchgate.net/publication/324605246_OPPORTUNITIES_TO_IMPROVE_CARBON_FIBER_COMPOSITES_FOR_VEHICLE_LIGHTWEIGHTING_USING_GRAPHENE_ADDITIVES)
4. Driving More Efficiently, U.S. Environmental Protection Agency. (дата звернення 05.04.2023). URL: <https://www.fueleconomy.gov/feg/driveHabits.jsp>

**Перегуда Михайло Миколайович** – Начальник цеху по виготовленню виробів з композитних матеріалів, Євроголд Індустріз ЛТД, e-mail: [pereguda.mik@gmail.com](mailto:pereguda.mik@gmail.com)

**Шумляківський Володимир Петрович** – к.т.н., завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, ДУ «Житомирська політехніка», e-mail: [shumliakivskyiv@ztu.edu.ua](mailto:shumliakivskyiv@ztu.edu.ua)

**Pereguda Mykhailo Mykolayovych** - Head of the workshop for the manufacture of products from composite materials, Eurogold Industries LTD, e-mail: [pereguda.mik@gmail.com](mailto:pereguda.mik@gmail.com)

**Shumliakivskiy Volodymyr Petrovych** - Head of the Department of Automobiles and Transport Technologies, SU «Zhytomyr Polytechnic», e-mail: [shumliakivskyiv@ztu.edu.ua](mailto:shumliakivskyiv@ztu.edu.ua)

УДК 711.11

Перлов В. Є., к.т.н., доц.

## ТРАНСПОРТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСТ НА ПРИКЛАДІ ВІННИЦІ

*Розглянуті питання застосування транспортного моделювання при ухваленні планувальних рішень на прикладі Вінниці.*

*The issues of applying transportation modeling in decision-making for urban planning, using Vinnytsia as an example, were considered.*

**Вступ.** З кожним роком кількість автомобілів на дорогах міст збільшується, що призводить до заторів і затримок у русі як приватного так і громадського транспорту [1]. Тому важливо мати ефективні засоби управління транспортним потоком, щоб забезпечити безпеку, швидкість і ефективність перевезень. Одним з таких засобів є транспортне моделювання, яке дозволяє прогнозувати і відтворювати поведінку транспортних потоків в реальному часі.

Транспортне моделювання використовує комп'ютерні програми, які аналізують дані про транспортний потік, враховуючи різноманітні фактори, такі як щільність транспорту, конфігурацію доріг і перехресть, швидкість руху транспорту та багато інших. Це дає можливість розробляти оптимальні маршрути, розраховувати час прибуття, прогнозувати затори і затримки.

У даній статті ми розглянемо різні методи транспортного моделювання, їх особливості, а також приклади їх застосування у місті Вінниця.

**Результати дослідження.** Одним з ефективних інструментів управління транспортними потоками є транспортне моделювання, яке дозволяє прогнозувати та аналізувати різні сценарії руху транспортних засобів в реальному часі [2].

Транспортне моделювання використовує різні методи та алгоритми, які дозволяють аналізувати поведінку транспортних потоків з урахуванням різних чинників, таких як розміщення доріг та перехресть, густина транспорту, швидкість руху, час доби, погода та інші.

Одним з методів транспортного моделювання є макросимуляція, яка дозволяє аналізувати рух транспортних потоків в цілому, без детального відтворення руху кожного окремого засобу. Вона дозволяє швидко оцінювати різні сценарії руху транспортних потоків та визначати ефективність застосування різних стратегій управління дорожнім рухом. Транспортне моделювання також може бути використано для прогнозування заторів та затримок у русі транспорту, що дозволяє розробляти оптимальні маршрути для громадського транспорту задля уникнення затримок у русі.

Транспортне макромоделювання - це процес створення математичної моделі для аналізу і прогнозування транспортних потоків на великих територіях, таких як міста, регіони або країни. У транспортному макромоделюванні враховуються різні фактори, такі як густина населення, географічні умови, економічний розвиток, наявність транспортних мереж та інші.

Макромоделі дозволяють виконувати аналіз транспортних потоків на великих територіях та прогнозувати рух транспортних засобів, що є важливим для планування розвитку транспортної інфраструктури, проектування нових доріг та інших об'єктів.

Для створення транспортних макромоделей використовуються різні методи, включаючи статистичні, економетричні та інші. Такі моделі можуть бути статичними або динамічними, залежно від того, чи враховують вони зміни в часі. Етапи створення транспортної моделі та особливості розробки докладно описані в [3].

Транспортну модель м. Вінниця розроблена в 2019 році в середовищі “PTV Visum” у межах проекту “Інтегрований розвиток міст України” за фінансування Німецького товариства міжнародного співробітництва (GIZ).

На рис. 1 показаний приклад картограми завантаженості вулично-дорожньої мережі міста.

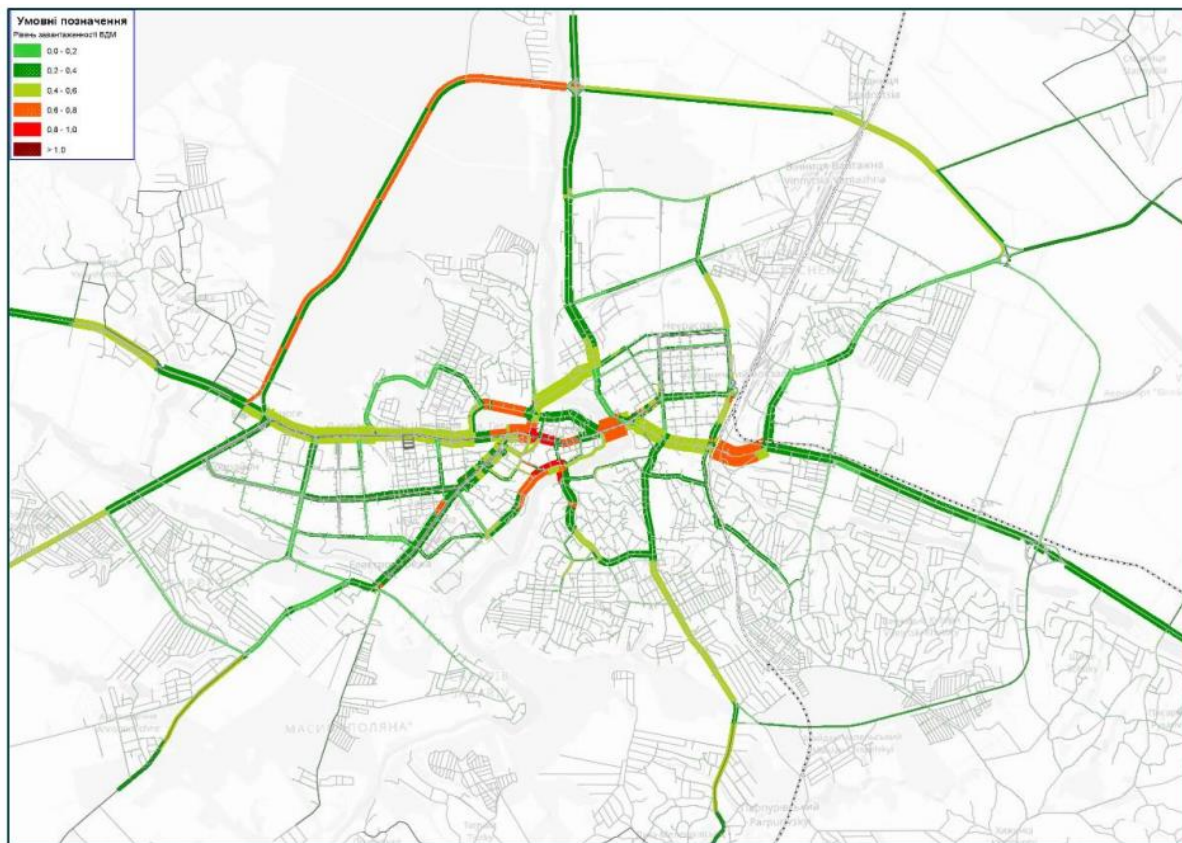


Рисунок 1 – Картограма завантаженості вулично-дорожньої мережі (ВДМ) м. Вінниця.

Зазначена транспортна модель міста в тактичному плані дає змогу оцінити поточний стан завантаженості ВДМ, виявити проблемні ділянки, що потребують вдосконалення та конфліктні точки на маршрутах громадського транспорту (рис. 2, 3).



Рисунок 2 – Картограма завантаженості вузла “Майдан Небесної Сотні”.

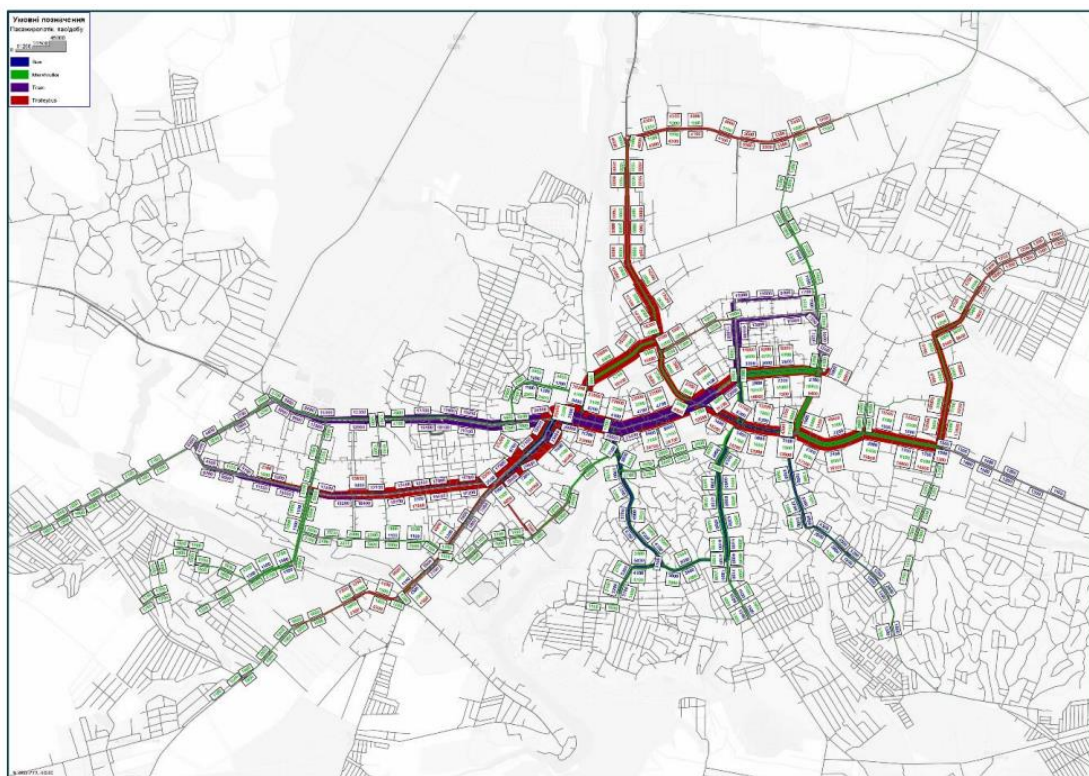


Рисунок 3 – Картограма пасажиропотоків за видами транспорту.

В стратегічному плані модель дає змогу оцінити вплив великих інфраструктурних проєктів на дорожню мережу міста в цілому та проаналізувати доцільність їх втілення. Наприклад: будівництво шляхопроводу Янгеля-Ватутіна, проєкт “Вінницька Миля” (реконструкція проспекту Коцюбинського), розробка детальних планів територій тощо.

Транспортне макромодельювання є важливим інструментом для управління транспортними потоками на великих територіях, що дозволяє забезпечити ефективне планування і розвиток транспортної інфраструктури, зменшити затори і затримки на дорогах та підвищити рівень безпеки руху.

Іншим методом транспортного моделювання є мікросимуляція. Вона дозволяє детально відтворювати рух кожного транспортного засобу в окремоті, з використанням математичних моделей і алгоритмів, які враховують поведінку водіїв та взаємодію між транспортними засобами на дорозі [4].

Транспортне мікромодельювання - це процес створення математичної моделі для детального аналізу руху транспортних засобів на малих відрізках доріг або вулиць. У транспортному мікромодельюванні враховуються різні фактори, такі як поведінка водіїв, розташування світлофорів, розв'язок перехресть та інші параметри.

Транспортне мікромодельювання дозволяє докладно проаналізувати транспортний потік на малій ділянці дороги, що є важливим для планування та розробки дорожньої інфраструктури, дослідження дорожньої безпеки та визначення найбільш ефективних рішень для поліпшення руху транспорту [5].

Для створення транспортних мікромоделей використовуються різні методи, включаючи мультиагентні, дискретно-подібні та інші. Такі моделі можуть бути динамічними або стохастичними, залежно від того, чи враховують вони непередбачуваність поведінки водіїв.

На рис. 4 показано результати мікромодельювання перехрестя на площі Калічанській у м. Вінниця, які дали змогу оцінити потенційні результати втілення запропонованого проєкту та ухвалити аргументовані управлінські рішення щодо його впровадження.

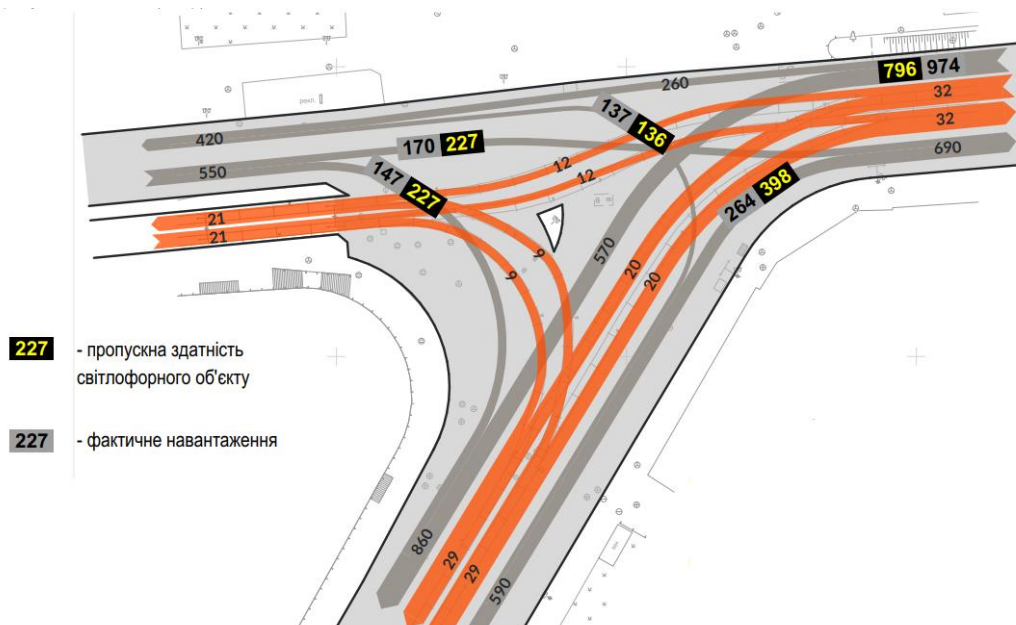


Рисунок 4 – Моделювання пропускну здатності площі Калічанської (кол. Гагаріна).

Транспортне мікромоделювання є важливим інструментом для управління транспортними потоками на малих відрізках доріг, що дозволяє забезпечити ефективну роботу світлофорів, визначити оптимальні розв'язки перехресть та зменшити кількість аварій. Використання транспортного мікромоделювання є особливо важливим в міських районах з високою щільністю населення, де затори на дорогах можуть бути серйозною проблемою та дозволяє уникнути неефективного витрачання коштів громади й уберегти місто від проєктів, що мають потенційні ризики.

#### Список використаних джерел

1. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Державна служба статистики України. Дата оновлення: 23.03.2023. URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/tr.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm) (дата звернення 03.04.2023).
2. D. Ortuzar, G. Willumsen. Modelling Transport, 3rd Edition, London: 2006.
3. Осетрін М. М., Беспалов Д. О., Дорош М. І. Основні принципи створення транспортної моделі міста. Містобудування та територіальне планування. 2015. № 57. С. 309-320.
4. Любий, Є. В., Пономарьова, Н. В., Чернишова, О. С. Транспортне планування міст: сучасні інструменти транспортного моделювання автотранспортних систем. Комунальне господарство міст. 2019. №128. С. 76-82.
5. Осетрін М. М., Беспалов Д. О., Дорош М. І., Тарасюк В. П. Транспортне моделювання як один із методів оцінки ефективності інженерно-планувальних елементів розв'язок в різних рівнях. Містобудування та територіальне планування. 2019. №70. С. 417-430.

**Перлов Віктор Євгенійович** – к.т.н., доцент кафедри опору матеріалів, технічної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: perlov@vntu.edu.ua.

**Perlov Viktor** – PhD, Associate Professor of the Department of Strength of Materials, Technical Mechanics, and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: perlov@vntu.edu.ua.

УДК 62-182.66:621.979:621.9.048.6

Пікула М. В.

## ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОХВИЛЬОВОГО ЕФЕКТУ В РЕМОНТНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ПРИ ВИКОНАННІ РОЗБИРАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

*Розглянуто питання, пов'язані з розбиранням з'єднань деталей машин з використанням низькочастотних коливань, що створюються в абразивному середовищі у вібраційній камері, що сприяє підвищенню ефективності розбирання. Результати експериментальних досліджень підтверджують позитивний взаємозв'язок схеми віброхвильового впливу на елементи з'єднання, тривалість процесу, структуру поверхні розібраних зразків. Представлені основні передумови застосування віброхвильових технологій у ремонтних процесах виробів машинобудівного призначення.*

*Issues related to the disassembly of machine parts joints using low-frequency oscillations created in an abrasive environment in a vibration chamber, which contributes to increasing the efficiency of disassembly, are considered. The results of experimental studies confirm the positive interrelationship of the scheme of the vibration wave effect on the connection elements, the duration of the process, and the surface structure of the disassembled samples. The main prerequisites for the application of vibration wave technologies in the repair processes of machine-building products are presented.*

**Вступ.** Ефективне вирішення технологічних задач в процесі ремонту будь-яких машин в значній мірі пов'язано з удосконаленням розбиральних операцій. Існуючі методи розбирання складальних одиниць часто викликають пошкодження поверхонь і деформацію деталей. А це призводить до зменшення економічної ефективності процесу ремонту. У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних методів розбиральних операцій, які б дозволили роз'єднати спряжені деталі з'єднання без їх пошкодження.

Перспективним методом для вирішенні таких завдань є застосування віброхвильових технологій з використанням низькочастотних коливань різного спектру (вібраційної обробки) як впливу на відповідні об'єкти (деталі, складальні одиниці тощо).

Вібраційна обробка (ViO) поверхні деталей здійснюється під впливом низькочастотних коливань частотою 15...25 Гц, амплітудою 3...10 мм. В роботі [1] відзначені фактори, які впливають на ефективність ViO деталей. Показано, що ефективність процесу визначається за рахунок поєднання механічного та фізико-хімічного факторів, а саме - як багаторазових взаємодій частинок обробного середовища з поверхнею оброблюваного виробу, механохімічною взаємодією обробного середовища і матеріалу виробу, впливом ударних хвиль.

Віброхвильовий вплив є одним з ефективних способів значного зниження необхідного зусилля для роз'єднання елементів з'єднання - воно дозволяє знизити трудомісткість розбирання і час виконання операції. Розбирання з'єднання після віброхвильового навантаження здійснюється в умовах дискретної і динамічної взаємодії поверхонь. Отже, зростають (або знижуються) фактичні контактні значення тиску, знижуються сили тертя і опір пластичної деформації, що веде до зменшення зусиль розбирання. І хоча фактичний натяг в з'єднанні дещо знижується, втрат його міцності не відбувається.

Утворення продуктів зношення, які заповнюють впадини мікрорельєфу, супроводжується збільшенням площі контакту деталей, сил тертя і - в кінцевому підсумку - підвищенням міцності з'єднання. Як відомо, момент, необхідний для розбирання різбового з'єднання, використовується на подолання моменту в різьбі і моменту сил тертя на торці гайки (головки гвинта) по нерухомій поверхні деталі. Момент розбирання також залежить від



діаметра і виду посадки з'єднання. Посадки різьбових з'єднань визначаються, переважно, характером з'єднань по бічних сторонах профілю. Взаємне положення контактних сторін профілю залежить від дійсних значень (або відхилень) середніх діаметрів, кроків різьб і кутів нахилу профілю.

При накладанні віброхвильового впливу на різьбові з'єднання можна відзначити два випадки, які залежать від посадки:

1) з'єднання з зазором необхідні для досягнення легкого згвинчування, компенсації температурних деформацій деталей при експлуатації, нанесення на з'єднання захисних покриттів тощо. Зазори між діаметрами різьб пари «болт – гайка» сприяють більш рівномірному розподілу навантаження між витками і підвищенню циклічної міцності з'єднань. При накладення вібрації наявність зазору дозволяє руйнувати зв'язки, що утворилися під час експлуатації виробу, що сприяє легкому роз'єднанню з'єднання. Розтягувальні та стискувальні ефекти сприяють зіткненням зовнішньої поверхні болта і внутрішньої поверхні гайки;

2) різьби з натягами і перехідними посадками служать для кріпильних з'єднань, які працюють в умовах вібрацій, змінного температурного режиму і в деяких інших випадках для забезпечення нерухомості різьбових з'єднань при їх експлуатації або при центруванні деталей по різьбі. У разі віброхвильового навантаження таких з'єднань розбирання можливе завдяки зменшенню посадки щодо початкової.

Для підтвердження вищесказаного виконано ряд експериментів за схемою віброхвильового навантаження зразків в спектрі гармонійних коливань частотою 15...25 Гц і кутовою амплітудою 2...7 мм. Обробка проводилася «навалом» в робочій камері відцентрово-вібраційної установки, в якій поміщалися пари «болт – гайка» різного ступеня забрудненості. Зокрема, для частини зразків штучно створювалися умови прискореної корозії з'єднання шляхом зволоження водою.

В якості робочого середовища використовувалися природний абразив «Байкаліт» і абразив формований типу ПТС. Ефективність обробки оцінювалася по моменту, який відповідає початку розгвинчування.

Проаналізувавши отримані результати, можна відзначити:

1) збільшення тривалості віброхвильового впливу супроводжується послабленням затягування різьбового з'єднання і зниженням моменту для його роз'єднання. При цьому вплив віброхвильового впливу на зниження цього параметра виявляється більш інтенсивно спочатку, після чого продовження такого впливу викликає відносно невеликі зміни моменту розбирання з'єднання;

2) тривалість віброхвильової дії робочого середовища помітно змінює момент для роз'єднання. Причому таке навантаження складальної одиниці зменшує крутний момент розбирання до певного мінімального значення, при якому тривалість процесу оптимальна. Подальша обробка дає лише відносно незначну зміну моменту;

3) металографічні дослідження контактних поверхонь розібраних з'єднань без віброхвильового навантаження показують певну відмінність щодо поверхонь розібраних з'єднань з накладенням віброхвильового впливу. Так, у першому випадку чітко помітні сліди поверхневої взаємодії і відносно великі розміри мікрочастинок металу (мікростружок) у впадинах різьбових поверхонь деталей. Очевидно, це є наслідком зростання крутного моменту розбирання і додатковими зусиллями між поверхнями деталей, які виникають для видалення відносно великих мікростружок.

**Висновок.** Основними передумовами розробки віброхвильових технологій розбирання різьбових вузлів як перспективної для використання у ремонтному виробництві виробів машинобудування є такі:

- можливість суттєвого поліпшення стану поверхневого шару спряжуваних деталей без їх пошкодження при розбиранні накладенням віброхвильових коливань на з'єднання, що розбирається;

- мінімізація зусилля, яке необхідне для роз'єднання різьбового з'єднання і видалення деяких видів забруднення при віброхвильовому впливі;
- мінімізація міжопераційних втрат часу завдяки суміщенню розбирання з'єднань з віброхвильовим очищенням деталей, ефективність якої не викликає сумнівів.

#### Список використаних джерел

1. Берник П.С., Ярошенко Л.В. Вибрационные технологические машины с пространственными колебаниями рабочих органов. - Винница : Издательский центр ВГСХИ 1998. - 116 с.
2. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П., Бабичев, И.А. Бабичев Изд.2-е, перераб. И доп. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.

**Пікула Микола Веніамінович** - старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: [m.v.pikula@nuwm.edu.ua](mailto:m.v.pikula@nuwm.edu.ua)

**Pikula Mykola** - senior lecturer at the Department of Automobiles and Automotive Industry, National University of Water and Environmental engineering, Rivne, e-mail: [m.v.pikula@nuwm.edu.ua](mailto:m.v.pikula@nuwm.edu.ua)

УДК 621.43+621.43.016.4

Погорлецький Д. С., к.т.н., доц.; Гришук І. В., д.т.н., проф.; Худяков І. В., к.т.н., доц.

## РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ КРИТЕРІЇВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНА ТЗ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

*Розглянуті питання реалізації і функціонування методу розрахунку витрати палива та екологічних показників транспортних засобів обладнаних двигунами, які працюють на газовому паливі, у даному разі виникає потреба у створенні єдиних підходів для реалізації теплової підготовки двигуна транспортного засобу, різними способами в умовах експлуатації.*

*Considered issues of implementation and operation of the method of calculating fuel consumption and environmental indicators of vehicles equipped with engines that run on gas fuel, in this case there is a need to create unified approaches for the implementation of thermal preparation of the engine of the vehicle, in various ways under operating conditions.*

**Вступ.** Особливість методу дослідження паливної економічності та екологічних показників транспортних засобів (ТЗ) з двигунами, переобладнаними для роботи на газовому паливі, оснащених системою теплової підготовки полягає в тому, що він передбачає спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації ТЗ, про теплові параметри роботи системи охолодження двигуна, витрату палива та викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище. Для визначення параметрів часу теплової підготовки, температури в системі охолодження, значень витрати палива і шкідливих викидів ТЗ в процесах експлуатації двигуна ТЗ й виконання їх оцінювання, співставлення та аналізу здійснюється на наступному етапі. Особливість цього етапу полягає в тому, що ті параметри і показники, які неможливо визначити експериментально засобами дистанційного моніторингу, можна визначити в результаті розрахунково-експериментального дослідження за адаптованими до показників ТЗ методиками і моделями [1-5].

**Результати дослідження.** Для реалізації і функціонування методу розрахунку витрати палива та екологічних показників ТЗ з двигунами, що працюють на газовому паливі, виникає потреба у створенні єдиних підходів для реалізації теплової підготовки різними способами в умовах експлуатації. Для цього на (рис. 1) показана розроблена авторами схема алгоритму визначення критеріїв вибору способу забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації на основі положень [1-5]. Вибір і оцінювання забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації здійснюється на основі показників, які виступають окремими критеріями теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації (показники часу теплової підготовки, витрати палива на прогрів, викиди шкідливих речовин, показники паливовикористання) [1-5].

На першому етапі (рис. 1) проводимо визначення і оцінювання показників забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ [1-5] у процесі формування СТП, що здійснюється з урахуванням особливостей теплового акумулятору (ТА) і складу самої СТП, та базується на описі їх даних у частині складових СТП для ТЗ в умовах експлуатації. Формування характеристик складових СТП ТЗ базується на виборі згідно з умовами експлуатації місця встановлення та об'єму ТАФП. Після перевірки достовірності отриманих результатів, а саме залежностей прогріву ТАФП і СТП за характеристиками двигуна ТЗ, можна проводити визначення показників теплової підготовки з урахуванням особливостей ТА і складу СТП.

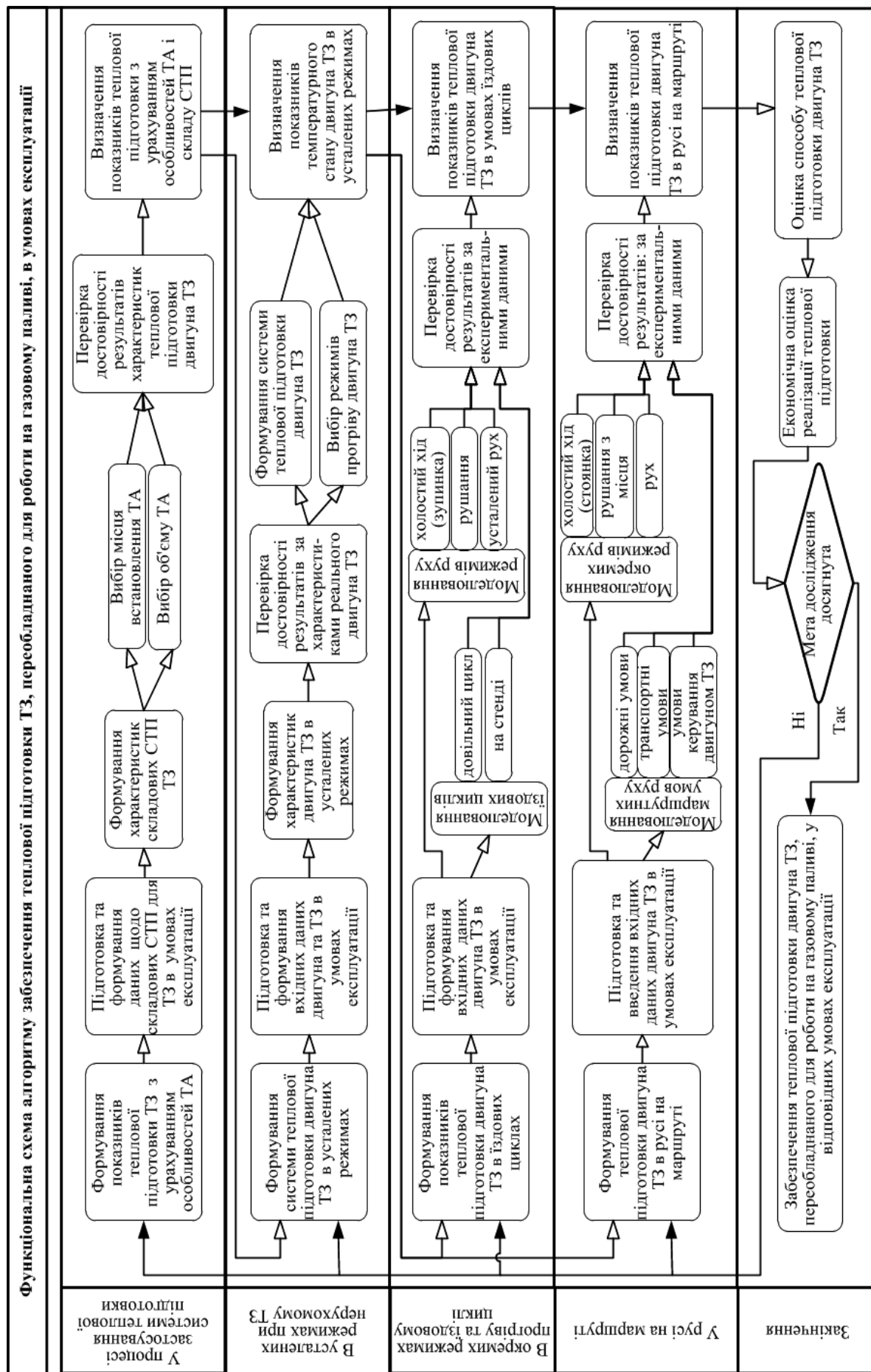


Рисунок 1 – Схема алгоритму визначення та оцінювання окремих критеріїв забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації

На другому етапі (рис. 1) визначення та оцінка показників забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в усталених режимах базується на описі їх характеристик [3-6], за допомогою яких досліджуються окремі критерії визначення та оцінювання у відповідному циклі усталених режимів. Одним з недоліків цього методу є неврахування особливостей роботи двигунів ТЗ у неусталених режимах, а також різні умови порівняння характеристик прогріву двигунів різних типів.

На цьому етапі рекомендується використовувати саме характеристики теплової підготовки двигуна, отримані експериментально та за допомогою математичних моделей, досліджуючи процес прогріву двигуна ТЗ. На цьому етапі існує можливість формування системи теплової підготовки двигуна ТЗ та вибір режимів прогріву двигуна ТЗ. Після перевірки достовірності результатів, а саме отриманих залежностей забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в усталених режимах, можна проводити відповідне визначення їх показників.

На третьому етапі (рис. 1) описуються режими руху ТЗ в їздовому циклі, визначення та оцінка показників забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ враховують особливості роботи в неусталених режимах у процесі руху, а також процес прогріву двигуна ТЗ [3,5]. Після перевірки достовірності результатів за експериментальними даними можна проводити визначення показників теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах їздових циклів.

На четвертому етапі (рис. 1) визначаються та оцінюються показники забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ у русі на маршруті [3,5], де поряд з моделюванням окремих режимів руху моделюються маршрутні умови, які дозволяють урахувати дорожні, транспортні й умови керування ТЗ двигунами, переобладнаними для роботи на газовому паливі, у відповідних умовах експлуатації. Після виконання перевірки достовірності результатів за експериментальними даними можна проводити визначення показників теплової підготовки двигуна ТЗ у русі на маршруті [3,5].

На кожному етапі визначення та оцінювання показників забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ виконується перевірка достовірності результатів шляхом порівняння з експериментальними та статистичними даними. Наприкінці алгоритму виконується оцінювання способу теплової підготовки двигуна ТЗ і загальна економічна оцінка реалізації теплової підготовки досліджуваних варіантів та формується висновок щодо забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі, у відповідних умовах експлуатації [1-5]. Сформований підхід дозволяє системно проводити організацію дослідження для вирішення задач теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації. Для цього й були визначені та обґрунтовані методи визначення й оцінювання показників теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації.

Отримані методи є ефективною основою для проектування систем теплової підготовки з ТАФП, а також для коригування їх параметрів у процесі проведення досліджень та оптимізації елементів конструкції. Завдяки розробленим алгоритмам досягається системність у підході до дослідження процесів забезпечення теплової підготовки двигуна ТЗ в умовах експлуатації.

#### Список використаних джерел

1. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., “Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems),” SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.

2. Погорлецький Д.С. Структура вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS / Д.С. Погорлецький // Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики: монографія / Vlatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. – Херсон : ХДМА, 2019. – С. 383–394.

3. Погорлецький Д.С. Особливості теплової підготовки транспортного двигуна в умовах експлуатації / Д.С. Погорлецький, В.П. Матейчик, А.П. Полівінчук, М.В. Володарець, М.П. Цюман // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. – Вип. 19. – Т. 4. – С. 286.

4. Д.С. Погорлецький, І.В. Грицук, Д.С. Адров, А.В. Білай. Особливості визначення витрати палива та викидів шкідливих речовин двигунів транспортних засобів, що працюють на газовому паливі. Двигуни внутрішнього згоряння // Науково-технічний журнал. Харків: НТУ “ХПІ”. – 2021. – №1. С. 102.

5. Волков В.П., Волкова Т.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Аппазов Е.С., Володарець М.В., Саравас В.Є. Особливості вимірального комплексу для дослідження роботи газомоторного транспортного засобу з системою теплової підготовки в умовах експлуатації. Науковий журнал: Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. - №13. Харків, 2018.

**Погорлецький Дмитро Сергійович** – к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: [dimon150582@gmail.com](mailto:dimon150582@gmail.com).

**Грицук Ігор Валерійович** – д.т.н., професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: [griksuk\\_iv@ukr.net](mailto:griksuk_iv@ukr.net).

**Худяков Ігор Валентинович** – к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: [Igor.khudiakov563@gmail.com](mailto:Igor.khudiakov563@gmail.com)

**Dmytro Pohorletskyi** – Ph.D., Associate Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: [dimon150582@gmail.com](mailto:dimon150582@gmail.com).

**Igor Griksuk** - Dr.Sc. (Eng.), professor of the department of operation of ship power plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: [griksuk\\_iv@ukr.net](mailto:griksuk_iv@ukr.net).

**Igor Khudyakov** – Ph.D., Associate Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: [Igor.khudiakov563@gmail.com](mailto:Igor.khudiakov563@gmail.com)

УДК 020. 3: 656.13

Погосян Т. В.

## ПЕРСПЕКТИВИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА НАНОМАТЕРІАЛІВ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

*В роботі в стислій формі розглянуто розвиток і впровадження технологічних рішень пов'язаних з нанотехнологіями та наноматеріалами в автомобілях.*

*The paper briefly examines the development and implementation of technological solutions related to nanotechnology and nanomaterials in cars.*

**Постановка проблеми.** Нанотехнологія - це високотехнологічна галузь, спрямована на вивчення і роботу з атомами і молекулами.

Автопромисловість стала однією з перших галузей, де швидко зрозуміли вигоду нанотехнологій. В автомобілі складно винайти щось принципово нове; його основні елементи десятиліттями залишаються все тими ж - кузов, двигун, підвіска, гальмівна система, електрообладнання ... припадає лише вдосконалювати кожен компонент.

Так, буквально кожен вузол або компонент в конструкції може бути в значній мірі вдосконалений за допомогою нанотехнологій. Розвиток нанотехнологій обіцяє масове розповсюдження нових конструкційних матеріалів з унікальними властивостями і характеристиками.

Вперше термін «нанотехнології» був запропонований американським вченим Річардом Фейнманом у своїй доповіді 29 грудня 1959 року. Але початок розвитку нанотехнологій - 1931 рік, коли німецькі фізики Макс Кнолл і Ернст Руска створили електронний мікроскоп, який уперше дозволив досліджувати об'єкти дуже малих розмірів протяжністю порядку декількох нанометрів. Один нанометр — це дуже мала величина, яка становить  $10^{-9}$  м.

Відкриття нового типу мікроскопа(1986р) – скануючого тунельного мікроскопа – призвело до різкого скачка у розвитку та застосування наноматеріалів.

Наноматеріали – це матеріали у структурі яких елементи хоч в одному вимірі мають розмір менший за 100нм. Це можуть бути метали та сплави, кераміка, композити. Структурними елементами можуть бути частинки порошків різної форми, волокна, плівки. Але більш перспективними є наноматеріали на основі структурних елементів вуглецю: нанотрубки, графен, фулерен.

Українські науковці мають чимало напрацювань в галузі створення нанотехнологій та наноматеріалів.

Теоретично властивості графену намагалися визначити у багатьох країнах, але першим вдалося це групі українських вчених з Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАНУ під керівництвом професора, доктора фізико-математичних наук Валерія Гусиніна. У 2002 р. вони опублікували у провідному світовому фізичному журналі Physical Review статтю з описом їхніх теоретичних розробок, суть яких полягала у тому, що в шарі графіту товщиною один атом частинки, які потрапили в цю структуру, поведуть себе не за законами класичної фізики, а відповідно до релятивістських законів. Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна має вагомі досягнення в отриманні наноструктурних багатошарових керамічних покриттів. Ця технологія покриття дає твердість понад 40 ГПа та змогу у 2–5 разів

**Постановка завдання.** Сучасне автомобілебудування потребує конструкційних матеріалів, які мають високу міцність, високу пластичність, високу зносостійкість та малу питому вагу. Виготовлення матеріалів, що одночасно мають такі властивості з макроструктурою неможливе, адже відомо, що підвищення міцності і зносостійкості

приводить до зниження пластичності і підвищення питомої ваги. Але дослідження показали, що зменшення структурних елементів до рівня нанорозмірів дозволяє створювати матеріали нового типу, які поєднують всі ці властивості. Високі розміри питомої поверхні нанотрубок, графена та фулеренів має великий вплив на механічні властивості наноматеріалів та призводять до зміни фізико-хімічних властивостей.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільшу зацікавленість викликало створення конструкційних матеріалів, які мають певне співвідношення між міцністю, пластичністю та в'язкістю. Створення та застосування таких матеріалів призведе до зменшення ваги автомобіля, економії пального підвищення надійності та довговічності вузлів.

Світові гіганти по виробництву автомобілів RENAULT, GENERAL MOTORS, FORD, VOLKSWAGEN, MERCEDES-BENZ, MAN об'єднали свої зусилля у застосуванні нанотехнологій для виготовлення матеріалів для деяких вузлів. Прикладом може бути технологія виготовлення пружин, що набувають надміцності і довговічності, які з успіхом використовуються у вібродемферах та для виготовлення розумних зверхм'яких ресор для вантажних автомобілів.

Для створення високоміцних матеріалів з високою міцністю (40МПа), високою пружністю, що в 10 разів перевищує сталь, а коефіцієнт тертя складає майже 0, використовують матеріали на основі нанотрубок та фулеренів. Ці вуглецеві наноструктури виконують роль армуючого матеріалу для зміцнення композитів. З'ясовано, що додавання 11,5% вуглецевих нанотрубок до поліпропілену збільшує його міцність у 2 рази, а введення 5% нанотрубок в алюміній збільшує міцність у двічі. Використовуючи такі матеріали для виготовлення кузовів автомобілів, призведе не тільки до зменшення ваги, а й дозволить знизити споживання палива та зменшити кількість шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Розроблені автомобільні шини з використанням нанокристалічних наповнювачів, зносостійкість та довговічність яких підвищується в десятки разів. Для зменшення зношування деталей, що труться (шестерні, вали) розроблена технологія нанесення на їх поверхню твердих зносостійких покриттів порошоків карбиду вольфраму, що мають наноструктуру. В результаті підвищується зносо- і корозійна стійкість деталей внаслідок зниження коефіцієнту тертя. Внесення суміші таких порошоків у оливу для двигунів та коробки передач, приє утворенню молекулярного шару на деталях, який знижує коефіцієнт тертя майже до нуля. Додавання наночастинок до лакофарбових матеріалів змінює його фізико-хімічні властивості. Концерн MERCEDES-BENZ використовує прозорий лак для фарбування автомобілів, до складу якого входять керамічні наночастинок. В результаті змінюється молекулярна структура і покриття стає не тільки зносостійким та корозійностійким, а й самоочищається від бруду і самовідновлюється у разі ушкоджень. Внесення наночастинок діоксиду цезію в паливо для двигунів внутрішнього згорання суттєво знижує утворення забруднень та відкладень в системі подачі палива, камері згорання, випускних системах та каталітичних нейтралізаторах відпрацьованого палива.

Однією з основних переваг графену є його здатність покращувати властивості інших матеріалів. Невелика кількість графену (менше відсотка, часто близько десятої його частини) здатна значно впливати на механічні властивості композитів, підвищуючи опір удару і утворення тріщин. Це один з найскладніших у світі матеріалів, який у 100 разів перевершує за міцністю сталь, має величезну гнучкість і безліч інших можливостей. Насправді графен, мабуть, є одним з найбільш корисних нових матеріалів.

Українська компанія maxAh створила функціональні прототипи літєвих акумуляторів, модифіковані графеном. Перевага, яку вони пропонують перед іншими звичайними акумуляторами, полягає в тому, що вони дозволяють працювати при більш високих температурах, що робить його ідеальним рішенням для поліпшення терміну служби акумуляторів на електричних автомобілях. Це додає ще одну перевагу, оскільки електромобіль



не заряджається всю ніч, оскільки він має достатню потужність, щоб не витратити енергію під час поїздки.

**Висновок.** Основним завданням нанотехнологій є отримання наноматеріалів із заданою структурою і властивостями та їхнє застосування за призначенням. З їх допомогою можливе створення нового покоління надлегких матеріалів, матеріалів із надзвичайно високою електричною ємністю (графені), структурних армованих вуглецевим волокном композитів, вуглецевих наноструктур (нанотрубок) надвисокої міцності, що в цілому дозволить створювати механізми і машини на 30% легшими за існуючі, будувати екологічно чисті транспортні засоби, проектувати будь-які вироби з особливими характеристиками.

#### Список використаних джерел

1. Матеріалознавство та матеріали у автомобільному транспорті: МЗЗ навч. посіб. / Косенко В.А., Кушевська Н.Ф., Добровольський О.Г, Малишев В.В. – К.: Університет «Україна», 2015. – 313с.
2. Володимир Скрипін. Новини. URL: <http://surl.li/gcpsf> (дата звернення 1.04.2023)
3. Застосування наноматеріалів в автомобілебудуванні. URL: <http://surl.li/evcgk> (дата звернення 23.03.2023)
4. Нанотехнології в автомобілебудуванні. URL: <http://surl.li/evcfw> (дата звернення 4.04.2023)

**Погосян Тетяна Василівна** – викладач, Вінницький технічний фаховий коледж, Україна, Вінниця, e-mail: [tatyana.pogosian@gmail.com](mailto:tatyana.pogosian@gmail.com)

**Tatyana Pogosyan** - teacher, Vinnytsia Technical Vocational College, Ukraine, Vinnytsia, e-mail: [tatyana.pogosian@gmail.com](mailto:tatyana.pogosian@gmail.com)

УДК 625.03.56

Поліванов О. Г.

## ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ЄВРОПІ

*Розглянуто поточний стан безпеки автомобільної транспортної системи у Європі, а також простежено її розвиток. Будуть розглянуті заходи, які вживаються для зниження шкідливого впливу на довкілля, підвищення ефективності та стійкості автомобільних транспортних систем, а також інноваційні технології, які можуть вплинути на майбутнє транспорту в Європі.*

*The current state of safety of the road transport system in Europe is considered, as well as its development is traced. Measures taken to reduce the harmful impact on the environment, increase the efficiency and sustainability of road transport systems, as well as innovative technologies that can affect the future of transport in Europe will be considered.*

**Вступ.** Автомобільний транспорт є найбільш поширеним видом транспорту в Європі, на нього припадає приблизно 75% усіх вантажних перевезень і 90% пасажирських перевезень. Мережа доріг у Європі розгалужена, налічує понад 5 мільйонів кілометрів доріг і включає шосе, міські дороги та сільські дороги. Європейська мережа доріг добре розвинена, з високоякісними дорогами та розвинутою інфраструктурою. ЄС відіграє важливу роль у покращенні дорожньої мережі, фінансуючи проекти будівництва доріг і встановлюючи стандарти безпеки дорожнього руху та екологічної ефективності.

**Результати дослідження.** Незважаючи на розвинену транспортну інфраструктуру та нормативно-правову базу в Європі, транспортний сектор все ще стикається з кількома проблемами.

Велика інтенсивність руху на європейських дорогах, особливо в містах, призвела до заторів і збільшення часу в дорозі. ЄС запровадив правила для покращення транспортного потоку та зменшення заторів, включаючи тарифи на дороги та системи управління дорожнім рухом.

Одним із фактів про аварії в європейській транспортній системі є те, що вони спричиняють значну частину смертельних випадків у Європейському Союзі (ЄС). За даними Європейської комісії, близько 25 000 людей гинуть щороку в ЄС через ДТП. Це еквівалентно смерті однієї людини кожні 20 хвилин. Крім того, дорожні аварії коштують економіці ЄС приблизно 120 мільярдів євро щорічно у вигляді матеріальних збитків і втрати продуктивності.

Аварії в європейській транспортній системі нерівномірно розподілені по країнах. Між країнами-членами ЄС існують значні відмінності в кількості аварій і смертельних випадків. Наприклад, у 2019 році країнами з найбільшою кількістю загиблих на дорогах на мільйон жителів були Румунія, Болгарія та Хорватія, а країнами з найменшою кількістю загиблих на мільйон жителів були Швеція, Нідерланди та Данія. Ці відмінності можна пояснити різними факторами, включаючи інфраструктуру, стандарти безпеки транспортних засобів і поведінку водія.

Одним із наукових досліджень, яке проливає світло на причини аварій у європейській транспортній системі, є Європейська обсерваторія безпеки дорожнього руху (ERSO). ERSO — це база даних, яка збирає й аналізує дані про ДТП, загиблих і травмованих по всьому ЄС. База даних містить інформацію про причини аварій, наприклад поведінку водія, дорожню інфраструктуру та засоби безпеки транспортного засобу.

За даними ERSO, поведінка водіїв є однією з головних причин аварій у європейській транспортній системі. Зокрема, основними факторами ризику ДТП є швидкість, вживання

алкоголю та неуважність за кермом. Наприклад, ERSO повідомляє, що у 2018 році перевищення швидкості було причиною 25% усіх смертельних аварій у ЄС. Вживання алкоголю було чинником 7% смертельних аварій, тоді як відволікання від керування було чинником 3%.

Ще один цікавий висновок ERSO полягає в тому, що вразливі учасники дорожнього руху, такі як пішоходи та велосипедисти, піддаються більшому ризику стати учасниками аварій. У 2018 році на пішоходів припадав 21% усіх загиблих на дорогах в ЄС, а на велосипедистів – 8%. Це підкреслює необхідність покращення інфраструктури та заходів безпеки, таких як виділені велосипедні смуги та пішохідні переходи, щоб захистити вразливих учасників дорожнього руху.[1]

Транспортний сектор є значним джерелом викидів парникових газів, забруднення повітря та шумового забруднення. ЄС запровадив правила для зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище, включаючи стандарти викидів для транспортних засобів, правила для підвищення ефективності палива та просування альтернативних видів палива, таких як електромобілі. Пропонуються нові стандарти Євро-7 для скорочення викидів забруднюючих речовин від транспортних засобів та покращення якості повітря.[2]

Безпека є надзвичайно важливою проблемою в транспортному секторі, особливо для автомобільного транспорту. ЄС запровадив правила для підвищення безпеки, включаючи стандарти безпеки транспортних засобів, правила безпеки дорожнього руху.

Транспортний сектор постійно розвивається з новими технологічними досягненнями, які покращують безпеку, ефективність та екологічність. ЄС заохочує розробку та впровадження нових технологій, зокрема автономних транспортних засобів, електромобілів та альтернативних видів палива.

Транспортний сектор у Європі стикається з проблемами безпеки, особливо в секторі автомобільного транспорту. Дорожньо-транспортні пригоди призводять до близько 25 000 смертей і 135 000 серйозних травм в ЄС щороку. ЄС запровадив кілька ініціатив для вирішення цієї проблеми, наприклад, просування правил безпеки дорожнього руху, інвестування в покращення безпеки дорожньої інфраструктури та сприяння використанню нових технологій безпеки, таких як передові системи допомоги водієві.

Одним із головних викликів підвищення безпеки дорожнього руху є зміна поведінки водіїв. Як зазначалося раніше, швидкість, вживання алкоголю та відволікання від керування є основними факторами ризику аварій. Уряди та зацікавлені сторони намагалися вирішити цю проблему за допомогою ряду заходів, включаючи кампанії з безпеки дорожнього руху, освітні програми та контроль за дотриманням правил дорожнього руху. Однак зміна усталеної поведінки є складним завданням, яке потребує постійних зусиль та інвестицій.

Іншим викликом є покращення інфраструктури та стандартів безпеки транспортних засобів. Стан і конструкція доріг, а також характеристики безпеки транспортних засобів відіграють значну роль у визначенні рівня аварійності. Наприклад, дороги з поганим освітленням або невідповідними показниками можуть ускладнити безпечне пересування водіїв, тоді як транспортні засоби з неякісними функціями безпеки можуть з більшою ймовірністю стати причиною аварій або стати учасниками аварій. Щоб вирішити цю проблему, уряди та зацікавлені сторони повинні інвестувати в модернізацію інфраструктури та забезпечення відповідності транспортних засобів високим стандартам безпеки.

Окрім цих викликів, існують також можливості для підвищення безпеки дорожнього руху в європейській транспортній системі. Однією з таких можливостей є використання нових технологій, таких як автономні транспортні засоби та інтелектуальні транспортні системи (ІТС). Автономні транспортні засоби мають потенціал для значного зменшення кількості аварій, усуваючи помилки водія, тоді як ІТС можуть надавати водіям інформацію в режимі реального часу про дорожні умови, погоду та дорожній рух, дозволяючи їм приймати більш безпечні рішення.[3]

Іншою можливістю є обмін передовим досвідом і знаннями між державами-членами ЄС. Незважаючи на значні відмінності в кількості аварій і смертельних випадків між країнами, є також приклади успішних заходів безпеки дорожнього руху, які можна відтворити та адаптувати. Наприклад, шведський підхід "Vision Zero," [4] спрямований на усунення смертності та серйозних травм на дорогах, був успішно реалізований в інших країнах, зокрема в Норвегії, Нідерландах та Естонії.

Шведський підхід "Vision Zero" - це концепція, яка була розроблена у Швеції у 1990 році з метою зменшення кількості смертей та тяжких травм на дорогах до нуля. Він ґрунтується на ідеї, що будь-яка смерть чи серйозна травма на дорозі – це нещасний випадок, якому можна запобігти, і що жодний рівень втрат не є прийнятним.

Концепція "Vision Zero" стверджує, що відповідальність за безпеку на дорозі лежить на дорожній владі, а не на водіях, пішоходах чи велосипедистах. Метою є створення безпечної системи дорожнього руху, яка забезпечує безпеку дорожніх користувачів шляхом запобігання помилкам та мінімізації наслідків будь-яких неминучих зіткнень.

Для досягнення цієї мети шведський підхід "Vision Zero" включає заходи, такі як:

- проектування доріг, які знижують швидкість руху транспорту та запобігають зіткненням;
- застосування нових технологій, таких як системи попередження про зіткнення та автоматичне гальмування;
- навчання та просвітництво громадськості про правильну поведінку на дорозі та про ризики, пов'язані з керуванням транспортними засобами;
- суворе покарання порушень правил дорожнього руху.

В результаті реалізації концепції "Vision Zero" Швеція досягла значного зменшення кількості смертей та тяжких травм на дорогах, і сьогодні це є одним із найбезпечніших місць для керування транспортними засобами у світі. Ця концепція також була впроваджена в інших країнах, таких як Фінляндія, Данія та Нідерланди, де вона також довела свою ефективність підвищення безпеки на дорогах.

**Висновки.** Безпека дорожнього руху в Європі в цілому є на високому рівні. Протягом останніх десяти років кількість смертей на дорогах Європейського Союзу значно знизилася.

Європейський Союз встановив строгі стандарти щодо безпеки на дорогах, і багато країн-членів роблять все можливе, щоб їх дотримуватися. Законодавство щодо безпеки на дорогах включає в себе такі рішення, як обов'язкове використання ременів безпеки, дитячих автомобільних крісел, технічний огляд автомобілів, а також обмеження швидкості та використання алкоголю за кермом. Однак, не дивлячись на зниження кількості смертей, безпека на дорогах в Європі все ще може бути поліпшена. Проблемами є, наприклад, відсутність відповідного освітлення доріг, недостатня інфраструктура для велосипедистів та пішоходів, а також проблема водіїв, які не дотримуються правил дорожнього руху. Отже, можна зробити висновок, що хоча безпека дорожнього руху в Європі є на високому рівні, все ж є проблеми, які потрібно вирішувати, щоб знизити кількість смертей і травм на дорогах.

### Список використаних джерел

1. Інтернет ресурс: [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-road-safety-observatory-2022-01-24\\_en](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-road-safety-observatory-2022-01-24_en)
2. Інтернет ресурс: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_6495](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6495)
3. Інтернет ресурс: <https://www.itsstandards.eu/>
4. Інтернет ресурс: <https://www.roadsafetysweden.com/about-the-conference/vision-zero---no-fatalities-or-serious-injuries-through-road-accidents/>

**Поліванов Олександр Геннадійович** – викладач кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Харківський Національний університет цивільного захисту України, e-mail: [nuczu.iart.polivanov@gmail.com](mailto:nuczu.iart.polivanov@gmail.com)

**Polivanov Oleksandr** – lecturer, Department of Engineering and Rescue Machinery, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, e-mail: [nuczu.iart.polivanov@gmail.com](mailto:nuczu.iart.polivanov@gmail.com)

УДК 338.47

Половинкин В. І.; Половинкина Т.

## ПРОБЛЕМИ ЛОГІСТИКИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В УКРАЇНІ

*Розглянуто питання проблеми логістики вантажних перевезень автомобільним транспортом в Україні. Особливо важливо саме в сьогоденній час приділити увагу проблематиці вантажоперевезень автомобілями. В сфері наземних вантажних перевезень існує велика кількість проблем, які потребують негайного та першочергового вирішення.*

*The problem of the logistics of freight transportation by road in Ukraine is considered. It is especially important today to pay attention to the problems of freight transportation by cars. There are a large number of problems in the field of ground freight transportation that require immediate and priority solutions.*

**Вступ.** В реаліях сучасної України більшої значущості для розвитку окремих секторів внутрішнього та зовнішнього ринків та економіки в цілому набувають перевезення наземним транспортом, так як в результаті повномасштабного вторгнення РФ на територію України частково обмежено можливість використання морського та залізничного транспорту для вантажних перевезень, подекуди єдиним можливим транспортом для товаро перевезень залишився наземний транспорт. Тому особливо важливо саме в сьогоденній час приділити увагу проблематиці вантажоперевезень автомобілями. В сфері наземних вантажних перевезень існує велика кількість проблем, які потребують негайного та першочергового вирішення. В першу чергу візьмемо зношеності основних засобів інфраструктурних об'єктів, який призводить до виникнення аварійних ситуацій. Низька якість транспортної інфраструктури призводить до зниження росту ВВП країни. За допомогою аналізу стану транспортної логістики можливо виявити основні її проблеми та спробувати знайти рішення для них:

- неефективне використання маршрутів доставки продукції від виробника до споживача;
- неефективне використання власного і найманого рухомого складу;
- втрати від простою в очікуванні завантаження/ розвантаження транспортного засобу;
- незадовільний стан автомобільних доріг;

**Неефективне використання маршрутів доставки продукції від виробника до споживача.** Існують декілька видів транспортних підприємств: звичайні транспортні підприємства та підприємства які використовують сучасні методи логістики. Звичайні підприємства використовують, зазвичай, для прокладення маршруту та його оптимізації метод спроб та помилок, тобто на власному досвіді та ручними методами вираховують самий ефективний маршрут. Тому найчастіше такі перевезення не відповідають вимогам споживачів, по оперативності. Прогресивні підприємства можуть вкладати великі кошти для модернізації та придбання новітнього програмного забезпечення але й залучатись підтримкою логістичних компаній. Такі компанії можуть запропонувати найефективніший маршрут від продавця до покупця.

**Неефективне використання власного і найманого рухомого складу.** Державне підприємство-перевізник дуже часто не бажає, чи навіть боїться, «зв'язуватися» відразу з декількома відправниками, тому вантажопідйомність транспортного засобу, який використовується для перевезення, використовується неефективно. Збірний вантаж — це значне збільшення прибутку для підприємства-перевізника. Що дозволяє знизити ціну для відправників, що позитивно відображається на іміджі компанії. Таке транспортування вимагає більшої уваги, ніж звичайні перевезення але якщо займатися бізнесом, то на най вищому рівні.

Приватні компанії використовують всі можливі методи для прокладання маршруту та оптимально завантажують свій транспорт, але це в свою чергу відображається на ціні цих перевезень.

**Втрати від простою в очікуванні завантаження/ розвантаження транспортного засобу.** Найбільш трудомісткою складовою частиною транспортного процесу є саме вантажно-розвантажувальні роботи, а особливо при автомобільних перевезеннях. При недостатньому рівні механізації навантаження-розвантаження вантажів, та нечіткої координації дій різних підприємств при перевантаженні вантажів у транспортних вузлах, простій автомобілів при вантажно-розвантажувальних роботах або їх в очікуванні, значно великі. При ефективному логістичному підході та оптимізації процесів навантаження-розвантаження, раціональної роботи складів як при забиранні вантажу зі складу у відправника, так при здачі його на склад вантажоодержувача, можна досягти значного скорочення часу очікування. Згідно раціонального та ефективного підходу до проблеми, то до моменту прибуття транспортного засобу вантаж повинен знаходитися в транспортній тарі та упаковці, він не потребує додаткових пошуків, його, на складі, партія вантажу або контейнер сформований з урахуванням вантажопідйомності транспортного засобу, а засоби навантаження-розвантаження підготовлені до цих робіт.

**Незадовільний стан автомобільних доріг; слабка інфраструктура транспорту.** З проблемою вкрай поганого стану автомобільних доріг стикаються не тільки перевізники, а й громадяни нашої країни. Вирішенням усіх цих проблем повинна займатися держава. Ще 30 травня 2018 року була прийнята Національна транспортна стратегія, яка до 2030 року «Drive Ukraine 2030» передбачає вирішення проблем зі шляхами. Національна стратегія «Drive Ukraine 2030» вже працює по всій нашій країні. В планах, з'єднати якісними автошляхами всі обласні центри нашої держави.

Перш за все розвиватимуть напрямки Львів-Київ-Харків-Донецьк, Київ-Керч, Полтава-Дніпро. Також в стратегії передбачена міжнародна інтеграція українських автошляхів: Go Highway, Via Carpatia, продовження Одеса-Рені до Греції.



Рисунок 1 – Статистика інвестування та виконання ремонтних робіт

Згідно статистики, на рисунку 1, за 3 роки функціонування програми (виключаємо 2022 рік, через всім відомі причини), було капітально відремонтовано 22% автошляхів які знаходяться на балансі «Укравтодору». Щоб нові та вже побудовані дороги не руйнувались та служили якомога довше, на них повинні працювати мобільні та стаціонарні комплекси

автоматичного вагового контролю. Також важливим є те, що Україна також долучилася до розробки транспорту нового покоління, який дасть вантажним і пасажирським перевезенням безпрецедентну швидкість і революційні технології. Якщо країна буде в змозі забезпечити свою транспорту галузь таким транспортом, то це буде вигідно і його виробникам, і підприємствам-перевізникам.

**Висновки.** Якщо взяти під державний контроль сферу автомобільних перевезень, та оптимізувати її роботу, відкриються можливості до урегулювання цін на перевезення вантажів в тому числі через систему коефіцієнтів в залежності від стану дорожнього покриття та ін. змінних чинників. Таким чином державні перевізники зможуть конкурувати з приватними та можливо зможуть монополізувати всю галузь, що позитивно відобразиться на економіці та екології.

#### Список використаних джерел

1. Інтернет ресурс: <https://business-garant.com.ua/ru/drive-ukraine-2030-yakoyu-bude-ukra%D1%97nska-%D1%96nfrastruktura-cherez-11-rok%D1%96v.-%D1%96nfograf%D1%96ka.html>
2. Гриценко С.І. Можливості маркетингу та логістики в сталому розвитку регіонів України. Вісник економічної науки України. 2017. № 1 (32). С. 35—39. 3.
3. Інтернет ресурс: <https://focus.ua/auto/502117-novyy-rekord-skolko-kilometrov-dorog-ukrainy-otremontirovali-v-2021-godu>
4. Іванов С.В. Транспортно-логістичні кластери в контексті розвитку транспортної системи України та окремо взятого економічного району. Економічний вісник Донбасу. 2018. № 1 (51). С. 17-22.

**Половинкин Владислав Іванович** - студент ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Південне шосе 80, м. Запоріжжя, 69008, e-mail: [vladyslav.polovynkyn@mipolytech.education](mailto:vladyslav.polovynkyn@mipolytech.education)

**Половинкина Тетяна** - студентка ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Південне шосе 80, м. Запоріжжя, 69008.

**Vladyslav Polovynkyn** - student of METINVEST POLYTECHNIK TECHNICAL UNIVERSITY LLC, 80 South Highway, Zaporizhzhia, 69008, e-mail: [vladyslav.polovynkyn@mipolytech.education](mailto:vladyslav.polovynkyn@mipolytech.education)

**Tetyana Polovynkina** - student of METINVEST POLYTECHNIC TECHNICAL UNIVERSITY LLC, 80 South Highway, Zaporizhzhia, 69008.

УДК 656.078

Поляков А. П., д.т.н., проф.; Мороз Л. В.

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ У ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕМОНТНИХ РОБІТ МАШИН СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Запропонована методика прогнозування потреби в запасних частинах для проведення робіт з технічного обслуговування та ремонту машин спеціального призначення в основу якої покладено математичну модель зі змінними факторами: кількість однакових деталей на машині; кількість машин; закон розподілу ресурсу деталей та його параметри; ймовірність безвідмовної роботи час прогнозу, переданий у частках гамма-відсоткового ресурсу.*

*The proposed method of forecasting the need for spare parts for the maintenance and repair of special-purpose machines is based on a mathematical model with variable factors: the number of identical parts on the machine; number of cars; the law of distribution of the parts resource and its parameters; the probability of failure-free operation is the forecast time, expressed in fractions of the gamma-percentage resource.*

**Вступ.** Відомо, що у структурі собівартості машин спеціального призначення на амортизацію, технічне обслуговування й ремонт припадає 32,6% від загальних витрат [2]. Витрати на технічне обслуговування і ремонт машин спеціального призначення за амортизаційний строк залишаються досить великими, нерідко в 2 і більше разів, перевищуючи їх початкову вартість [3].

Узагальнення досвіду експлуатації машин спеціального призначення [6] показує, що на технічне обслуговування припадає біля 80% витрат від усіх профілактичних робіт, а на ремонт – більше 20%. Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт машин спеціального призначення становлять 15-18% від їх первинної вартості [5], і до половини витрат на ремонт припадає на запасні частини [7].

В сучасних умовах першорядного значення набуває підвищення якості і надійності машин спеціального призначення, а також ефективності їх експлуатації. Низький рівень технічного обслуговування та ремонту, незадовільна їх організація, відсутність достатньої кількості запасних частин є основними причинами зниження ефективності використання машин спеціального призначення. Найважливішою умовою підвищення ефективності використання машин спеціального призначення є безвідмовність їх виробничого циклу. Цим зумовлена потреба забезпечення належної їх надійності. Згідно робочої гіпотези передбачалось, що прогнозування кількісного і номенклатурного складу запасних частин може забезпечити підвищення експлуатаційної надійності машин спеціального призначення.

Машини спеціального призначення функціонують тривалий час й у визначені періоди часу. Оскільки їх відмови крім грошових і матеріальних збитків призводять до значних втрат, тому до їх надійності ставлять жорсткі вимоги: машини спеціального призначення до початку роботи мають бути готові і безвідмовно працювати протягом планованого безперервного циклу. У разі відмови працездатність машин спеціального призначення має бути відновлена якомога швидше, щоб збиток був мінімальним. Тому належне забезпечення техніки запасними частинами є актуальним і одним з першочергових завдань, пов'язаних із підвищенням її надійності та ефективності використання.

**Результати дослідження.** Необхідно визначити потребу в запасних частинах для кількості машин спеціального призначення  $n_m$  певної моделі, які знаходяться в експлуатації в окремому підприємстві, районі, області, регіоні. На одній машині встановлено  $n_o$  однакових деталей, ресурс яких розподіляється за законами: нормальним, Вейбулла чи експоненціальним



із відповідними параметрами. Після виходу з ладу в результаті ресурсних відмов деталі не відновлюються, а замінюються запасними частинами з такими ж параметрами, як і деталі, початково встановлені на машині.

При використанні методики можуть мати місце два випадки. При першому, потребу в запасних частинах визначають для машин спеціального призначення із певним, але однаковим строком експлуатації, який чисельно дорівнює часу прогнозу  $t_p$ , в годинах напрацювання. При другому випадку машин спеціального призначення по черзі вводять в експлуатацію, і на час прогнозу в експлуатації знаходиться  $n_{mi}$  машин різного строку експлуатації з відповідним напрацюванням  $T_i$ .

Параметри розподілу ресурсу деталей визначаються шляхом спостережень чи випробувань групи машин, яка може становити генеральну сукупність у разі знаходження в експлуатації дослідної партії машин невеликої кількості, чи часткової статистичної вибірки, що характерне для серійних машин. З урахуванням цього потреба в запасних частинах  $N_3$  на час прогнозу  $t_p$  при одночасному введенні машин в експлуатацію становить

$$N_3 = K_3 n_o n_m \quad (1)$$

де  $n_o$  – кількість вузлів і деталей (елементів) певного призначення, встановлених у відповідному місці машини спеціального призначення;

$K_3$  - коефіцієнт потреби у запасних частинах.

При введенні машин спеціального призначення в експлуатацію по черзі сумарна потреба в запасних частинах визначається за формулою

$$N_{3\Sigma} = n_o \sum K_{3i} n_{mi}, \quad (2)$$

де  $N_{3\Sigma}$  - сумарна потреба в запасних частинах;

$K_{3i}$  - коефіцієнт потреби в запасних частинах на час  $T_i$ ;

$n_{mi}$  - кількість машин з напрацюванням  $T_i$ ;

$T_i$  - напрацювання машин на час визначення потреби у запасних частинах.

Середньорічна потреба в запасних частинах на одну машину при наявності парку машин із різним часом експлуатації дорівнює

$$N_{зср} = \frac{N_{3\Sigma}}{\sum T_i n_{mi} / T_m}, \quad (3)$$

де  $T_m$  – середньорічне напрацювання машини.

При визначенні середньорічної потреби в запасних частинах на 100 машин за строк служби, яку подають в номенклатурних зошитах, потреба становитиме

$$N_{3100} = \frac{100 n_o K_3}{T_{сл}} \quad (4)$$

В розрахункових формулах (1)–(4) час прогнозу  $t_p$  передається в частках гамма-відсоткового ресурсу  $t_\gamma$  [4].

Вибір ймовірності безвідмовної роботи при визначенні потреби в запасних частинах обладнання спеціального рухомого складу.

На жаль на даний час не існує якихось методичних напрацювань, які б дозволили наперед завдатися необхідною ймовірністю безвідмовної роботи  $\gamma$ , тому нами запропоновано штучний прийом її визначення через інші параметри і величини. Розглянемо методичний підхід до визначення ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  (рис. 1).

На ньому подано функцію відмов  $F(t)$ , (а також ймовірність безвідмовної роботи  $P(t)$  у зворотному напрямку осі ординат), а на осі абсцис – потоковий час  $t$  у одиницях напрацювання.

Представлена функція відмов характеризує часткову статистичну вибірку, навіть достатньої кількості, яка повинна репрезентувати всю генеральну сукупність спостережуваних об'єктів, але на практиці функція відмов, яка визначена по спостережуваним статистичним даним, не завжди може охарактеризувати дійсну генеральну сукупність, так як

не ураховує окремі ймовірності та статистичні характеристики, наприклад, обсяг вибірки, прийняту довірчу ймовірність  $\beta$ . Тому доцільно при розрахунку запасних частин скористатися не середнім ресурсом, який відповідає недостатній ймовірності безвідмовної роботи, а нижньою двобічною оцінкою середнього ресурсу, яка чисельно дорівнює гамма-відсотковому ресурсу на лінії функції відмов. Маючи значення гамма-відсоткового ресурсу, можна за відомими залежностями визначити ймовірність безвідмовної роботи  $\gamma$ , яка буде перевищувати ймовірність безвідмовної роботи при середньому ресурсі досліджуваних об'єктів, чим гарантувати достатність кількості запасних частин для обладнання спеціального рухомого складу з найгіршими умовами експлуатації.

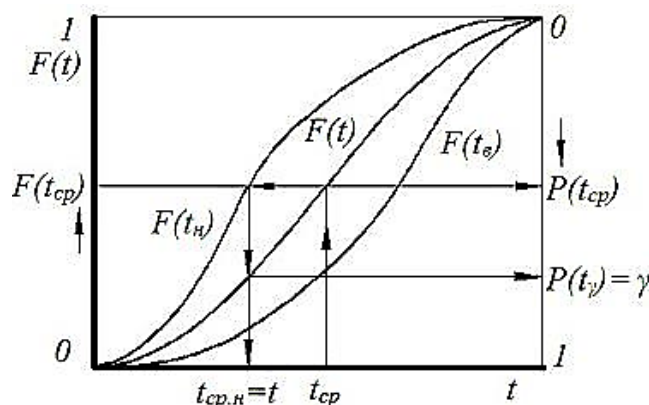


Рисунок 1 - До визначення ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$

Формули для визначення точкових оцінок середнього ресурсу  $t_{cp}$  та гамма-відсоткового ресурсу  $t_\gamma$  наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Порядок визначення відносного часу прогнозу  $t_b$

Показник	Розподіл		
	нормальний	Вейбулла	експоненціальний
Параметр форми	$t_{cp}$	$\Gamma$	$\lambda$
Параметр масштабу	$\sigma$	$b$	—
Середній ресурс $t_{cp}$	$t_{cp}$	$\alpha^{\frac{1}{b}} \Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right)$	$1/\lambda$
Гамма-відсотковий ресурс $t$	$0,5 - 0,5\Phi \left( \frac{t_\gamma - t_{cp}}{\sigma} \right) = \frac{\gamma}{100}$	$\alpha^{\frac{1}{b}} \left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)^{\frac{1}{b}}$	$\frac{1}{\lambda} \left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)$
Відносний час прогнозу $t_b$	$\frac{t_n}{t_\gamma}$	$\frac{t_n}{t_\gamma}$	$\frac{t_n}{t_\gamma}$
Коефіцієнт гамма-відсоткового ресурсу $K_\gamma$	$1 - \frac{2Ve^{-\frac{1}{2} \left[ \frac{0,5 - \frac{\gamma}{100}}{0,5} \right]}}{2\pi}$	$\frac{\left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)^{\frac{1}{b}}}{\Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right)}$	$-\ln \frac{\gamma}{100}$

Примітка:  $\gamma = P(t)$  - ймовірність безвідмовної роботи, %;

Формули для визначення ймовірності безвідмовної роботи при поточному часі напрацювання  $P(t)$  і при гамма-відсотковому ресурсі  $P(t_\gamma)$  наведено в табл. 1.

Для нормального розподілу нижню двобічну довірчу межу середнього ресурсу з довірчою ймовірністю  $\beta$  розраховують за формулами [9]:

$$t_{cpn} = t_{cp} - K_n Z_\beta \sigma \tag{5}$$

де  $K_n$  – коефіцієнт нижньої двобічної межі середнього ресурсу  $t_{cp}$ ;

$$K_n = \sqrt{\frac{1}{N}} \tag{6}$$

де  $N$  – розмір вибірки;

$Z_\beta$  - квантиль нормального розподілу для довірчої ймовірності  $\beta$ .

Таблиця 2 - Формули для визначення ймовірності безвідмовної роботи при поточному часі напрацювання  $P(t)$  і гамма-відсотковому ресурсі  $P(t_\gamma)$

Ймовірність відмови	Розподіл		
	Нормальний	Вейбулла	Експоненціальний
$P(t)$	$0,5 - 0,5\Phi\left \frac{t - t_{cp}}{\sigma}\right $	$e^{-\frac{t^b}{\alpha}}$	$e^{-\lambda t}$
$P(t_\gamma)$	$0,5 - 0,5\Phi\left \frac{t_\gamma - t_{cp}}{\sigma}\right $	$e^{-\frac{t_\gamma^b}{\alpha}}$	$e^{-\lambda t_\gamma}$

Підставивши (6) в (5), отримаємо

$$t_{cpn} = t_{cp} - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta \sigma \tag{7}$$

Замінивши у (7)  $\sigma$  на  $V t_{cp}$  маємо:

$$t_{cpn} = t_{cp} - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta V t_{cp} \tag{8}$$

$$t_{cpn} = t_{cp} (1 - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta V) \tag{9}$$

Введемо коефіцієнт  $K_1$ , який буде залежати від розміру вибірки  $N$ , квантилі нормального розподілу  $Z_\beta$  та коефіцієнта варіації  $V$ :

$$K_1 = 1 - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta V \tag{10}$$

Тоді нижня двобічна довірна межа середнього ресурсу буде дорівнювати

$$t_{cpn} = K_1 t_{cp} \tag{11}$$

Звідки

$$K_1 = \frac{t_{cpn}}{t_{cp}} \tag{12}$$

Враховуючи те, що в нашому випадку  $t_{cpn}$  дорівнює  $t_\gamma$ , а коефіцієнт гамма-відсоткового ресурсу  $K_\gamma$ :

$$K_\gamma = \frac{t_\gamma}{t_{cp}} \tag{13}$$

можемо стверджувати, що

$$K_1 = K_\gamma \tag{14}$$

Підставивши в (13) формулу для визначення гамма-відсоткового ресурсу  $t_\gamma$  (табл. 1):

$$0,5 - 0,5\Phi\left|\frac{t_\gamma - t_{cp}}{\sigma}\right| = \frac{\gamma}{100} \tag{15}$$

де  $\Phi\left|\frac{t_{\gamma}-t_{cp}}{\sigma}\right|$  - інтегральна функція нормального розподілу,

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-x}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz, \quad (16)$$

отримаємо

$$K_{\gamma} = \frac{\frac{2\sigma e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{0,5-\frac{\gamma}{100}}{0,5}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}} + t_{cp}}{t_{cp}} \quad (17)$$

Зробивши перетворення, отримаємо

$$K_{\gamma} = \frac{2Ve^{-\frac{1}{2}\left(\frac{0,5-\frac{\gamma}{100}}{0,5}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}} + I \quad (18)$$

Згідно (14)

$$\frac{2Ve^{-\frac{1}{2}\left(\frac{0,5-\frac{\gamma}{100}}{0,5}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}} + I = I - \sqrt{\frac{I}{N}} Z_{\beta} V \quad (19)$$

Розділивши обидві частини на коефіцієнт варіації  $V$  отримаємо

$$\frac{2e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{0,5-\frac{\gamma}{100}}{0,5}\right)^2}}{\sqrt{2\pi}} = -\frac{Z_{\beta}}{\sqrt{N}} \quad (20)$$

$$0,5 - \frac{\gamma}{100} = 0,5\Phi\left(-\frac{Z_{\beta}}{\sqrt{N}}\right) \quad (21)$$

Звідки маємо

$$\gamma = 0,5 \left[ 1 - \Phi\left(-\frac{Z_{\beta}}{\sqrt{N}}\right) \right] \quad (22)$$

При цьому залежність величини  $Z_{\beta}/\sqrt{N}$  від розміру вибірки  $N$  при прийнятій довірчій ймовірності  $\beta = 0,9$  подана в табл. 3. Квантиль нормального розподілу  $Z_{0,9}=1,645$ .

Таблиця 3 - Залежність величини  $Z_{0,9}/\sqrt{N}$  від розміру вибірки  $N$

N	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	100
$Z_{0,9}/\sqrt{N}$	1,645	1,163	0,949	0,823	0,735	0,519	0,387	0,301	0,256	0,232	0,165

Звідси можна знайти необхідну ймовірність безвідмовної роботи  $\gamma$ , яка залежить від розміру вибірки  $N$ , коефіцієнта варіації  $V$  та квантилі нормального розподілу  $Z_{0,9}$ . Результати розрахунків занесені в табл. 4.

В свою чергу величина  $Z_{0,9}/\sqrt{N}$  залежить від коефіцієнта варіації  $V$  і коефіцієнта  $K_1$

$$\frac{Z_{0,9}}{\sqrt{N}} = \frac{K_1 - I}{V} \quad (23)$$

Далі за (23) розраховано коефіцієнт  $K_1$ , значення якого подано в табл. 5.

Таблиця 4 - Залежність ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  від розміру вибірки  $N$  і квантилі нормального розподілу  $Z_{0,9}$

$Z_{0,9}/\sqrt{N}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,645
$1 - \Phi\left(\frac{Z_{0,9}}{\sqrt{N}}\right)$	0,50	0,421	0,345	0,274	0,212	0,159	0,115	0,082	0,05
100 $\gamma, \%$	50	57,9	65,5	72,6	78,8	84,1	88,5	91,9	95,0

Таблиця 5 - Залежність коефіцієнта  $K_1$  від коефіцієнта варіації  $V$  та квантилі нормального розподілу  $Z_{0,9}$

V	$Z_{0,9}/\sqrt{N}$							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
0,05	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
0,1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88	0,86	0,84
0,2	0,96	0,92	0,88	0,84	0,8	0,76	0,72	0,68
0,4	0,92	0,84	0,76	0,68	0,6	0,52	0,44	0,36

За результатами розрахунків згідно формул (22) та (23) побудовано номограму для визначення ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  (рис. 2), у першому квадранті якої представлено залежність ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  від  $Z_{0,9}/\sqrt{N}$ . У другому квадранті представлено два коефіцієнти: коефіцієнт  $K_{n_3}$  перевищення витрат запасних частин, розрахованих за гамма-відсотковим ресурсом  $t_\gamma$  у порівнянні з розрахунком запасних частин за середнім ресурсом  $t_{cp}$ , який дорівнює:

$$K_{n_3} = \frac{I}{K_1} \quad (24)$$

а також коефіцієнт  $K_{n_\gamma}$  перевищення ймовірності безвідмовної роботи  $P(t_\gamma) = \gamma_1$  при використанні гамма-відсоткового ресурсу  $t_\gamma$  у порівнянні з 50% ймовірністю безвідмовної роботи при розрахунку запасних частин за середнім ресурсом  $t_{cp}$ , який дорівнює

$$K_{n_\gamma} = \frac{P(t_\gamma)}{P(t_{cp})}, \quad (25)$$

де  $P(t_{cp}) = 50\%$  - ймовірність безвідмовної роботи при розрахунку запасних частин за середнім ресурсом  $t_{cp}$ .

Як видно з рис. 2,  $K_{n_3} > 1$  і  $K_{n_\gamma} > 1$ , тобто розрахунок запасних частин за середнім ресурсом не дозволяє досягти ймовірності безвідмовної роботи більше 50% при будь яких значеннях коефіцієнта варіації  $V$ . Підвищення ймовірності безвідмовної роботи з 50% до  $P(t_\gamma) = \gamma_1$  супроводжується підвищенням потреби в запасних частинах в  $K_{n_3}$  раз більше у порівнянні з кількістю запасних частин, розрахованих за середнім ресурсом  $t_{cp}$ . Строго кажучи, отримані значення коефіцієнта  $K_{n_3}$  дійсні в інтервалі відносного часу прогнозу  $t_b = t_n/t_{cp} > 1$  і в деякій мірі викривлюються при  $t_b < 1$  в залежності від форми кривих коефіцієнта потреби в запасних частинах  $K_3$  при різних значеннях коефіцієнта варіації  $V$ .

Таким чином, при розподілі ресурсу деталей обладнання спеціального рухомого складу за нормальним законом, знаючи коефіцієнт варіації  $V$ , розмір вибірки  $N$  і довірчу ймовірність  $\beta$ , за рис. 2 можна знайти необхідну ймовірність безвідмовної роботи  $\gamma$ , при якій в найгірших умовах експлуатації техніка буде забезпечена запасними частинами та коефіцієнти  $K_{n_3}$  і  $K_{n_\gamma}$ . Хід рішення показано на номограмі стрілками і направляючими відрізками.

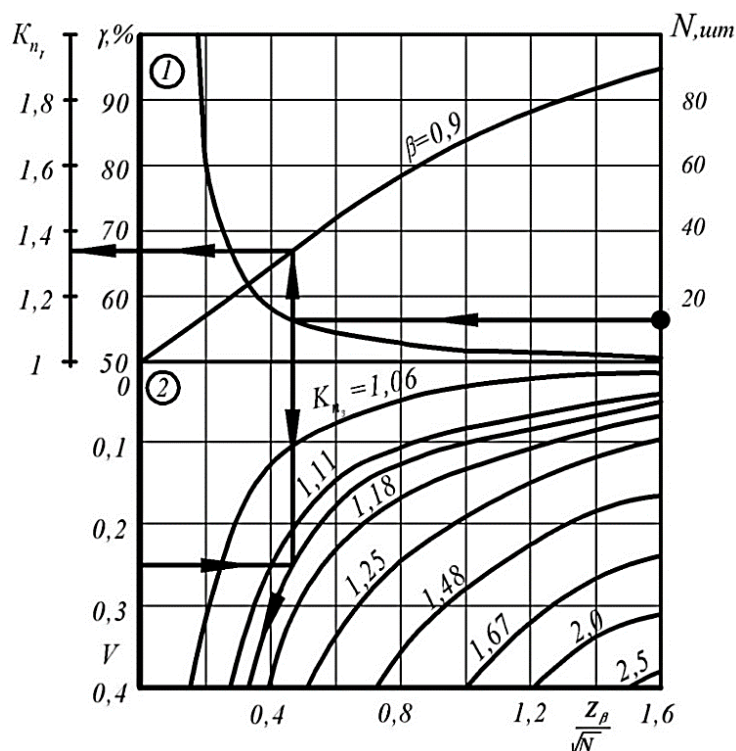


Рисунок 2 - Номограма для визначення ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  та коефіцієнтів  $K_{n_3}$  і  $K_{n_\gamma}$  для нормального розподілу

Для розподілу Вейбулла нижню двобічну довірчу межу середнього ресурсу з довірчою ймовірністю  $\beta$  розраховують за формулами:

$$t_{cpn} = K_n t_{cp} \quad (26)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт нижньої двобічної межі середнього ресурсу  $t_{cp}$ ;

$$K_n = \left( \frac{2N}{\chi_{1+\beta; 2N}^2} \right)^{\frac{1}{b}} \quad (27)$$

де  $\chi_{p;m}^2$  - табульована величина  $\chi^2$  критерія Пірсона.

Мають місце інші плани спостережень, які відрізняються умовою заміни об'єктів після виходу їх з ладу (U) та часом спостережень: N - спостереження проводяться до повного виходу з ладу всіх спостережуваних об'єктів (N) чи r – спостереження закінчуються після виходу з ладу кількості об'єктів (r).

Якщо розділити гамма-відсотковий розподіл  $t_\gamma$  на середній ресурс  $t_{cp}$ , отримаємо коефіцієнт гамма-відсоткового ресурсу  $K_\gamma$

$$K_\gamma = \frac{t_\gamma}{t_{cp}} \quad , \quad (28)$$

Підставивши в формулу (28) формули для визначення гамма-відсоткового та середнього ресурсів (табл. 1), отримаємо:

$$K_\gamma = \frac{\alpha^{\frac{1}{b}} \left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)^{\frac{1}{b}}}{\alpha^{\frac{1}{b}} \Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right)} = \frac{\left( -\ln \frac{\gamma}{100} \right)^{\frac{1}{b}}}{\Gamma \left( 1 + \frac{1}{b} \right)} \quad (29)$$

Розділивши нижню двобічну межу середнього ресурсу  $t_{cp\ n}$  на середній ресурс  $t_{cp}$  отримаємо коефіцієнт нижньої двобічної межі середнього ресурсу  $K_n$

$$K_n = \frac{t_{cp\ n}}{t_{cp}} \tag{30}$$

Враховуючи те, що в даному випадку  $t_{cp\ n} = t_\gamma$ , маємо

$$K_\gamma = K_n \tag{31}$$

Підставляючи в формулу (31) формули (28) та (30), отримуємо:

$$\frac{\left(-\ln \frac{\gamma}{100}\right)^{\frac{1}{b}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)} = \left(\frac{2N}{\chi_{\frac{1+\beta}{2}; 2N}^2}\right)^{\frac{1}{b}} \tag{32}$$

Звідки

$$\left(-\ln \frac{\gamma}{100}\right)^{\frac{1}{b}} = \left(\frac{2N}{\chi_{\frac{1+\beta}{2}; 2N}^2}\right)^{\frac{1}{b}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \tag{33}$$

$$-\ln \frac{\gamma}{100} = \frac{2N \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)\right]^b}{\chi_{\frac{1+\beta}{2}; 2N}^2} \tag{34}$$

Звідси можна знайти необхідну ймовірність безвідмовної роботи  $\gamma$ , величина якої буде залежати від параметра форми  $b$ , розміру вибірки  $N$  та довірчої ймовірності  $\beta$ . Довірчу ймовірність  $\beta$  приймаємо згідно вимог з теорії надійності, рівною 0,9.

Залежність ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  від параметра форми  $b$  та розміру вибірки  $N$  при довірчій ймовірності  $\beta = 0,9$  приведена в табл. 6.

Таблиця 6 - Ймовірність безвідмовної роботи  $\gamma$  в залежності від параметра форми  $b$  та розміру вибірки  $N$  при довірчій ймовірності  $\beta = 0,9$

b	Розмір вибірки N, шт.						
	5	7	10	20	30	50	100
0,2	0,241	0,214	0,171	0,154	0,139	0,123	0,108
0,4	0,386	0,357	0,308	0,287	0,267	0,247	0,226
0,6	0,476	0,448	0,398	0,377	0,357	0,335	0,313
0,8	0,521	0,493	0,445	0,424	0,404	0,383	0,360
1,0	0,56	0,554	0,529	0,488	0,469	0,448	0,425
1,2	0,602	0,578	0,554	0,514	0,495	0,474	0,452
1,4	0,619	0,595	0,572	0,533	0,514	0,494	0,472
1,6	0,632	0,609	0,586	0,548	0,529	0,509	0,488
1,8	0,643	0,620	0,597	0,560	0,542	0,522	0,501
2,0	0,651	0,629	0,606	0,570	0,552	0,532	0,511
3,0	0,678	0,656	0,635	0,600	0,583	0,564	0,544
4,0	0,692	0,671	0,650	0,616	0,600	0,581	0,562

Треба відмітити, що для розподілу Вейбулла, на відміну від нормального розподілу, ймовірність безвідмовної роботи  $P(t)$  при розрахунку за середнім ресурсом  $t_{cp}$  неоднакова (для

нормального розподілу  $P(t_{cp}) = 50\%$ , а залежить від параметру форми  $b$  і представлена в першому квадранті (рис. 2) нижньою кривою  $P(t_{cp})$ . Тому при визначенні коефіцієнта  $K_{n\gamma}$  необхідно ординати значень  $P(t_\gamma)$  поділити на відповідні ординати значень  $P(t_{cp})$  при відповідних значеннях параметра форми  $b$ , тобто

$$K_{n\gamma} = \frac{P(t_\gamma)}{P(t_{cp})} . \quad (35)$$

При визначенні коефіцієнта  $K_{n_3}$  (24), його величина є абсолютно точною тільки для експоненціального розподілу (чи розподілу Вейбулла з параметром форми  $b = 1$ ). Для інших значень  $b \neq 1$  величина  $K_{n_3}$  є орієнтовною і може бути достовірно отримана тільки після визначення потреби в запасних частинах. Це викликано непрямою залежністю коефіцієнта  $K_3$  від відносного часу прогнозу  $t_b$  при різних значеннях  $b \neq 1$ .

За результатами розрахунків побудовано номограму для визначення ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  і коефіцієнтів  $K_{n_3}$  та  $K_{n\gamma}$  (рис 2), які залежать від параметра форми  $b$  та розміру вибірки  $N$  (при довірчій ймовірності  $\beta = 0,9$ ) при розподілі Вейбулла.

У першому квадранті сімейством кривих графічно зображена залежність ймовірності безвідмовної роботи  $\gamma$  від параметра форми  $b$  розміру вибірки  $N$  при довірчій ймовірності  $\beta = 0,9$ . Ця залежність передана рівнянням (22).

У другому квадранті графічно зображена залежність коефіцієнтів нижньої двобічної інтервальної оцінки  $K_n$  та  $K_{n_3}$  від параметра форми  $b$  та розміру вибірки  $N$ . Ця залежність передана рівняннями (27) та (24).

У третьому квадранті графічно зображена залежність коефіцієнта перевищення ймовірності безвідмовної роботи  $K_{n\gamma}$  від параметра форми  $b$  та розміру вибірки  $N$ . Ця залежність передана рівнянням (35). Хід рішення показано на номограмі стрілками і направляючими відрізками.

**Висновки.** 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 невідновлюваних елементів машин спеціального призначення, замінених 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 експлуатуються в тяжких умовах під впливом механічних і кліматичних навантажень.

Обґрунтовано коефіцієнт потреби в запасних частинах  $K_3$ . Залежність цього коефіцієнта, а отже, і витрат запасних частин від часу прогнозу, переданого в частках гамма-відсоткового ресурсу -  $t_b$ , є прямою лінійною в усьому інтервалі часу тільки для експоненціального розподілу (розподіл Вейбулла з параметром форми  $b = 1$ ), а також для нормального розподілу при  $t_b > 1$ . Для нормального розподілу при  $t_b < 1$  залежність коефіцієнта  $K_3$  від  $t_b$  непрямою лінійною. Для розподілу Вейбулла залежність коефіцієнта  $K_3$  від  $t_b$  непрямою лінійною, до того ж початковий період експлуатації характеризується підвищеною потребою в запасних частинах при значенні параметра форми  $b < 1$  або зниженою - при значенні  $b > 1$ . Отримано коефіцієнт для визначення гамма-відсоткового ресурсу  $K_\gamma$ , залежність його від коефіцієнта варіації для нормального розподілу і параметра форми для розподілу Вейбулла при різних значеннях ймовірності безвідмовної роботи.

#### Список використаних джерел

1. Бауэрсокс Доналд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс. Дейвид Дж. – М.: ЗАО «Олимп - Бизнес», 2008. - 640 с.



2. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я.Говорущенко. – Харьков: Вища школа. Изд-во Харьк. Ун-т, 1984. – 312 с.
3. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. / В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк – К.: Вища школа, 1991. – Кн. 1. Теоретические основы. Технология – 359 с.
4. Поляков А.П. Метод формування необхідної кількості запасних частин для ремонту засобів транспорту [Електронний ресурс] / А.П.Поляков, О.П.Антонюк, Д.О.Галушак, О.О.Галушак // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – №2. – С. 1-5. – Режим доступу до журналу: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2012\\_2/2012-2.files/uk/12apptmr\\_ua.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2012_2/2012-2.files/uk/12apptmr_ua.pdf)
5. 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.
6. Поляков А.П. Оцінювання факторів, які впливають на формування номенклатур та кількості автомобільних запасних частин автотранспортного підприємства / А.П.Поляков, О.П. Антонюк // Вісник СНУ ім. Даля. – 2011. – №6(160). – с.139-143.
7. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика: Навч. посіб. / Є.Ю. Сахно, М.С. Дорош, А.В. Ребенюк. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328с.
8. Сумец А.М. Логистика автотранспортных систем. Ч. 2. Прогнозирование затрат на запасные части агрегатов автомобилей: монография / А.М. Сумец – Х.: ООО «Контур», 2007. – 112 с.
9. Поляков А.П. Формування потреби станцій технічного обслуговування автомобілів в запасних частинах для своєчасного обслуговування клієнтів / А.П.Поляков, О.П.Антонюк, Б.С.Маріянюк // Вісник СНУ ім. Даля. – 2014. – №6(194). Частина 2 – с.62-63.

**Поляков Андрій Павлович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [farv@vntu.edu.ua](mailto:farv@vntu.edu.ua)

**Мороз Лариса Василівна** — ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [morozlarisa764@gmail.com](mailto:morozlarisa764@gmail.com)

**Polakov Andriy** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [farv@vntu.edu.ua](mailto:farv@vntu.edu.ua)

**Moroz Larisa** — senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [morozlarisa764@gmail.com](mailto:morozlarisa764@gmail.com)

УДК 629.3.025

Прунько І. Б., к.т.н., доц; Войцехівська Т. Й.; Федіна Д. О.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ У ВІДДАЛЕНІ НАСЕЛЕНІ ПУНКТИ ТА ВІДПОЧИНКОВІ ЗОНИ

*Розглянуті питання оптимізації процесу перевезення швидкопсувних продуктів у населені пункти та відпочинкові зони карпатського регіону.*

*Considered issues of optimization of the process of transportation of perishable products to settlements and recreation areas of the Carpathian region.*

**Вступ.** Відповідність світовим стандартам може бути досягнута тільки за умови переходу галузі на інноваційну модель розвитку та активного впровадження сучасних технологій харчового виробництва та транспортування. Відтак, питання щодо підвищення ефективності виконання транспортного процесу при перевезенні продукції харчової промисловості набувають неабиякої актуальності, оскільки даний процес є одним з системно утворюючих чинників формування кінцевої ціни на товар. Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що пошук шляхів ефективного розвитку транспортування продукції харчової промисловості України, усунення негативних тенденцій її функціонування турбують низку провідних вітчизняних учених. Зокрема розвиток у галузі вантажних перевезень досліджували такі науковці як: Нагорний Є. В., Мороз М. М., Босняк М. Г., Кристопчук М. Є., Давідіч Ю. О., Вільковський Є. К. та ряд інших дослідників. З іноземних дослідників можна відзначити роботи [4-6], які присвячені перевезенню швидкопсувних вантажів.

Правила перевезення швидкопсувних вантажів повинні відповідати відповідним вимогам і правилам, які регламентуються [3].

**Результати дослідження.** Проведемо аналіз техніко-експлуатаційні показники роботи автомобіля на маршруті «Івано-Франківськ-Ворохта» дивись табл. 1.

Таблиця 1 – Аналіз Зведених Техніко-Експлуатаційних Показників Роботи Автомобілів На Маршруті «Івано-Франківськ-Ворохта»

Назва параметру	Існуючі показники	Проектні показники	Параметри зміни
Марка автомобіля	ГАЗ 3302 Газель	Volkswagen Crafter.	
Витрата пального, л/100км	12	8,0	-
Вантажність, т.	1,0	1,0	=
Довжина вантажного пробігу, км.	100	196	+
Довжина добового пробігу, км.	204	204	=
Коефіцієнт використання пробігу	0,495	0,96	+
Час перебування в наряді, год	7,1	7,71	+
Час обігу, год.	7,06	7,62	+
Час навантаження-розвантаження за обіг, год	2,3	2,86	+
Технічна швидкість, км/год	42,0	42,0	=
Продуктивність автомобіля за робочий день, т.	0,7	1,4	+

Закінчення таблиці 1

Продуктивність автомобіля за робочий день, ткм.	38,0	105,2	+
Плановий обсяг перевезень, т	83,5	166,9	+
Кількість автомобілів на маршруті	1	1	=
Кількість робочих днів	120	120	=

На рис. 1 представлено графік руху на маршруті «Івано-Франківськ-Ворохта» з зворотнім завантаженням автомобіля.

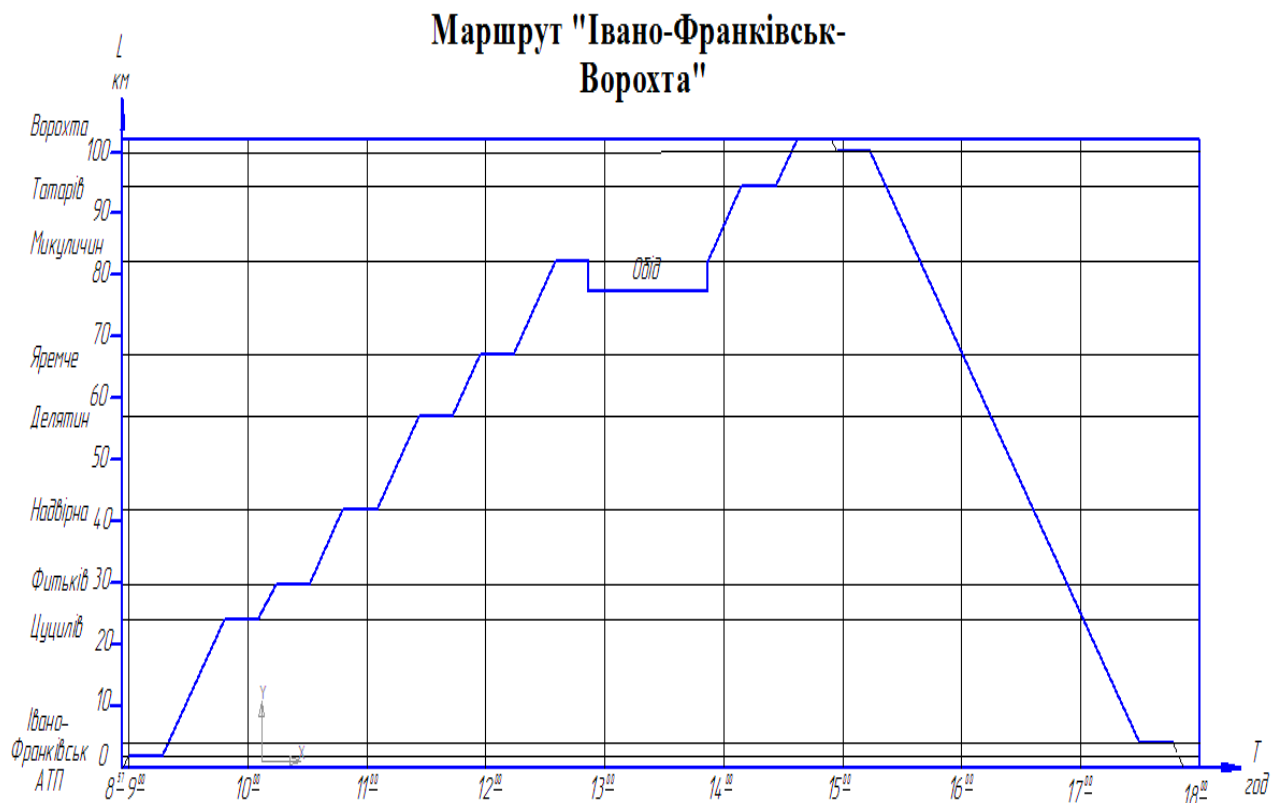


Рисунок 1 – Графік руху на маршруті «Івано-Франківськ-Ворохта»

Можна зробити висновок, що для вдосконалення перевезення швидкопсувних вантажів з ТОВ «Терра-ІВ» м. Івано-Франківськ в торгівельну мережу магазинів Ворохтянського напрямку необхідно використати комплексний підхід із впровадженням наступних заходів:

1. Розробка чіткого маршруту руху, який би забезпечував високу продуктивність та якість перевезень;
2. Використання для виконання перевезень автомобіля Volkswagen Crafter;
3. Комбіноване виконання процесу навантаження- розвантаження;
4. Розробка чіткого графіка роботи автомобіля, узгодивши режим роботи усіх учасників транспортного процесу;
5. Розробка графіка роботи водіїв;
6. Впровадження зворотного часткового завантаження автомобіля.

Впровадження запропонованих заходів дозволить:

1. Вдвічі покращити продуктивність роботи рухомого складу, що дасть можливість зменшити тарифи на перевезення за рахунок зменшення собівартості та покращити привабливість перевізника на ринку транспортних послуг.
2. Максимально задовольнити потреби всіх учасників транспортного процесу.

3. Забезпечити виробіток фонду робочого часу водія та збільшення заробітної плати за рахунок збільшення часу перебування в наряді.

Дисциплінувати та чітко організувати взяті на себе зобов'язання під час виконання транспортного процесу.

#### Список використаних джерел

1. Обсяг перевезених вантажів автомобільним транспортом за 2018 рік. Режим доступу [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/vtk/vtk\\_2018\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/vtk/vtk_2018_u.htm).

2. Купчак П. М. Харчова промисловість України в умовах активізації інтеграційних та глобалізаційних процесів : монографія / За ред. д-ра екон. наук, проф. Л. В. Дейнеко. – К. : Рада по вивч. прод. сил України НАН України, 2009. – 152 с.

3. Правила перевезення швидкопсувних вантажів. Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1031-02>.

4. Thor-Erik Sandberg Hanssen, Terje Andreas Mathisen. Factors facilitating intermodal transport of perishable goods - transport purchasers viewpoint. - Bodø Graduate School of Business, University of Nordland, Norway, European Transport \ Trasporti Europei -2011- n. 49.- P. 75-89.

5. Pavels Patlins. Efficient transportation in cities and perishable goods secondary packaging.- Riga Technical University, Latvia, Engineering for rural development Jelgava, 25-27.05.2016.- P. 1395-1401.

6. P. Bornare, S. Deshmukh, C. Talele. Problems and Management Techniques in Distribution of Perishable Goods. - International journal of science, spirituality, business and technology, Vol. 4, No. 2, May 2016.- P. 100-104.

**Прунько Ігор Богданович** – к.т.н., доцент кафедри автомобільного транспорту, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: [igorprynko@gmail.com](mailto:igorprynko@gmail.com).

**Войцехівська Тетяна Йосипівна** – асистент кафедри автомобільного транспорту, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: [tanya640302@gmail.com](mailto:tanya640302@gmail.com).

**Федіна Дмитро Олегович** – студент групи АТ-21-1, інститут інженерної механіки, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: [d.fedina@gmail.com](mailto:d.fedina@gmail.com).

**Prunko Igor** – Ph.D., Associate Professor of the Department of Motor Transport, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: [igorprynko@gmail.com](mailto:igorprynko@gmail.com).

**Tetyana Voytsechivska** – assistant of the Department of Motor Transport, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: [tanya640302@gmail.com](mailto:tanya640302@gmail.com).

**Fedina Dmytro** – student of AT-21-1 group, Institute of Engineering Mechanics, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: [d.fedina@gmail.com](mailto:d.fedina@gmail.com).

УДК 656.078

Разумова К. М., д.е.н., проф.; Новальська Н. І., к.е.н., доц.; Клименко В. В., к.е.н., доц.

## АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В МАКРОЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ

Розглянуто макрологістичну систему як складну, динамічну, інтегровану та економічну систему, що забезпечує в єдиному процесі управління матеріальними, фінансовими та інформаційними потоками її учасників. Визначено роль транспортно-експедиційного обслуговування в забезпеченні ефективності руху матеріального потоку в макрологістичній системі. Розглянуто різноманітні підходи та критерії оцінки ефективності процесу транспортно-експедиційного обслуговування.

*The macro-logistics system is considered as a complex, dynamic, integrated and economic system that ensures the management of material, financial and information flows of its participants in a single process. The role of transport and forwarding service in ensuring the efficiency of material flow movement in the macro-logistics system is determined. Various approaches and criteria for evaluating the efficiency of the transport and forwarding service process are considered.*

**Вступ.** Функціонування ринку транспортно-експедиторських послуг характеризується наявністю невизначеності, ризиків, конкурентною боротьбою, розвитком транспортно-логістичних та інформаційних процесів. Врахування різноманітних ринкових ризиків, їх оцінка, прийняття обґрунтованих рішень під час управління процесом транспортно-експедиторського обслуговування дозволить мінімізувати негативний вплив несприятливих факторів бізнес-середовища можливих збитків та забезпечити ефективне функціонування транспортно-експедиторського підприємства.

**Результати дослідження.** Нині макрологістична система забезпечує управління матеріальними, фінансовими та інформаційними потоками на рівні підприємств різних форм власності, сфер, галузей та рівнів економіки (рис. 1), реалізуючи економічні, екологічні, соціальні, військові, політичні та транспортні цілі місцевої громади, регіону, окремої країни (групи країн) або світового господарства в цілому.

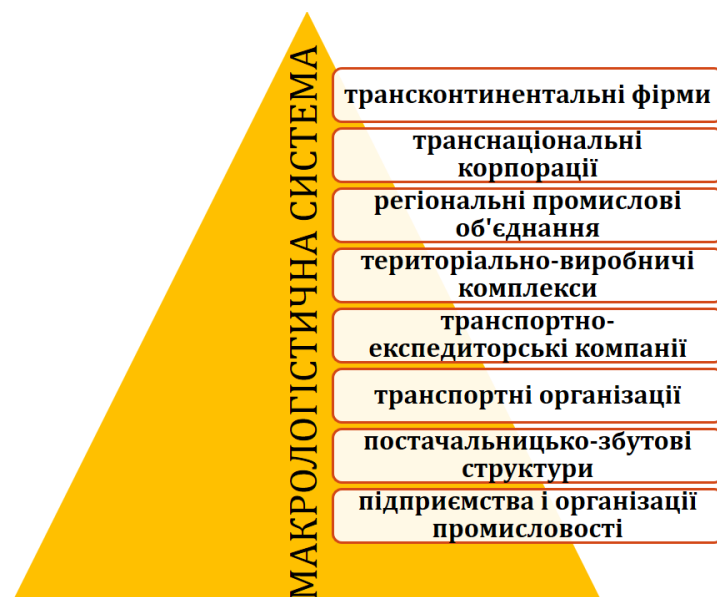


Рисунок 1 – Учасники макрологістичної системи

До основних завдань макрологістичної системи слід віднести: формування міжгалузевих матеріальних балансів; вибір видів і форм закупівель і збуту продукції, орієнтованих на певні групи споживачів і виробників; розміщення вантажів на визначеній території складів загального користування, вантажних терміналів, логістичних центрів; вибір виду транспорту і транспортних засобів; організація транспортування та координація роботи різних видів транспорту в транспортних вузлах; оптимізація адміністративно-територіальних розподільчих систем для багатоасортиментних матеріальних потоків.

Транспортно-експедиторські компанії як логістичні посередники організують і забезпечують зв'язок між іншими учасниками макрологістичного процесу за такими стадіями суспільного виробництва, як: забезпечення, виробництво та розподіл (рис. 2).

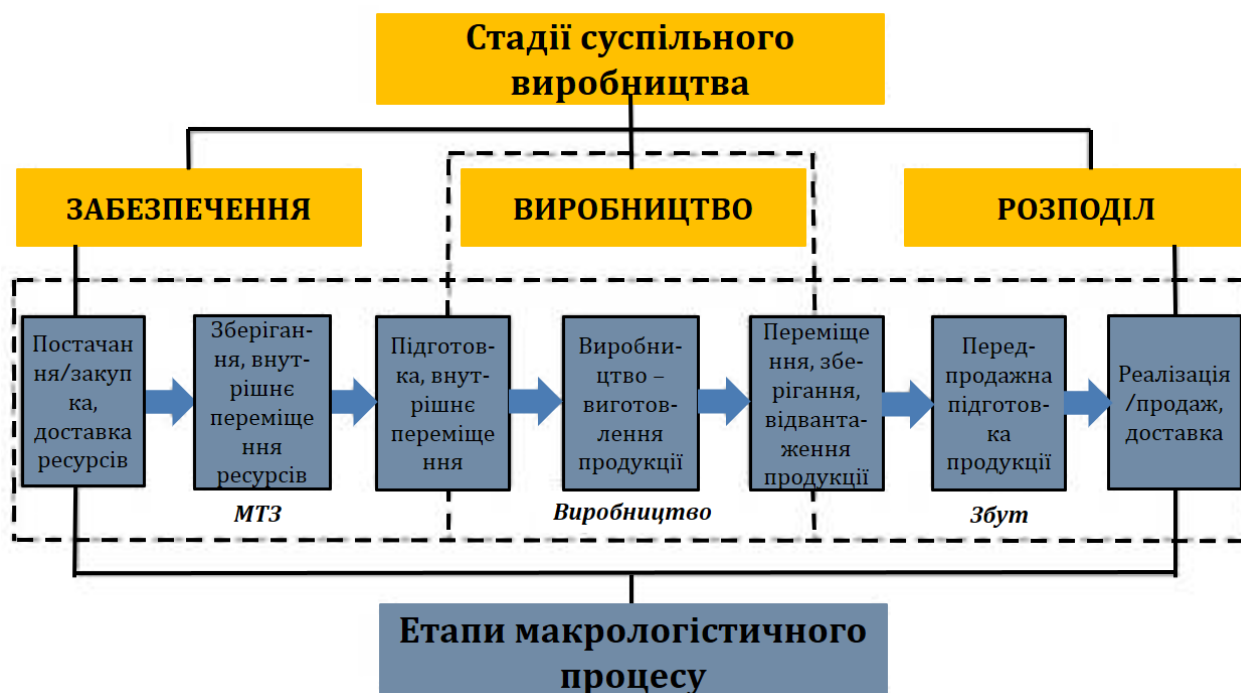


Рисунок 2 – Зв'язок макрологістичного процесу за стадіями суспільного виробництва

Експедитори (логістичні оператори) після укладання договору з вантажовласниками про транспортне експедирування фактично стають їх агентами. На рис. 3 представлено роль і місце логістичного оператора в межах окремих макрологістичних систем. Безпосередньо він забезпечує надання послуг зі складування, транспортування, інформаційного та фінансового обслуговування вантажовласників.

Транспортні та транспортно-експедиторські компанії як елементи логістичної системи за останні кілька десятиліть пройшли суттєвий процес еволюції [1].

До показників, які характеризують експедитора, тобто його виробничі можливості щодо обробки заявок вантажовласників, слід віднести: кількість диспетчерів (ліній обслуговування), продуктивність ліній обслуговування (кількість заявок, що було оброблено за певний проміжок часу). В межах єдиної макрологістичної системи за рахунок взаємодії суб'єктів транспортного ринку можливим є використання найбільш ефективних варіантів ланцюгів постачання. Тому ефект від вибору серед альтернативних оптимального варіанту ланцюгів постачання за визначеними критеріями з урахування запитів замовників послуг (відправників) буде синергетичним (отримання додаткового соціального-економічного ефекту для кожного суб'єкта). Оцінку числового значення синергетичного ефекту можна здійснювати шляхом моделювання процесу обслуговування експедитором заявок протягом визначеного періоду часу. Моделювання необхідно здійснювати з позиції системного підходу, принцип реалізації якого є основним в концепції логістики.

Для транспортно-експедиційного підприємства в ситуації виходу на ринок транспортних послуг ризиком є ймовірність не виконання умови  $D_{FF} > B_{FF}$ , тобто виміром ризику в цій ситуації є ймовірність настання протилежної події ( $D_{FF} < B_{FF}$ ), відповідно до якої дохід експедитора при виконанні заявки буде менше витрат на її обслуговування. Загальним критерієм ефективності учасників ринку транспортно-експедиторського обслуговування інколи визначають витрати на доставку партії вантажу [2].

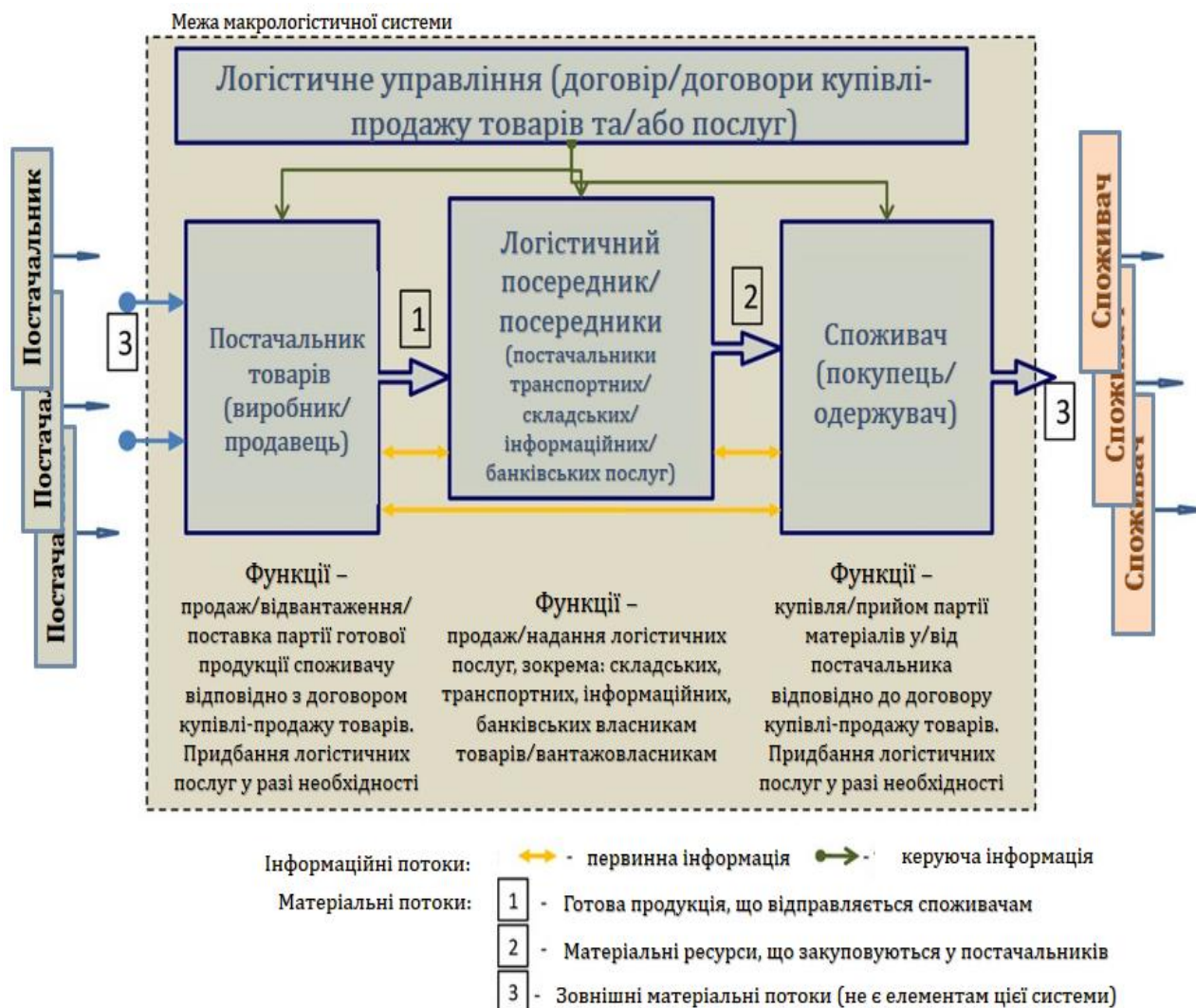


Рисунок 3 – Роль та місце логістичних операторів в макрологістичній системі

Для визначення ефективності процесу транспортно-експедиційного обслуговування застосовують різноманітні підходи та критерії оцінки:

- системний підхід за критерій ефективності приймається середньорічний прибуток, рентабельність, визначення точки беззбитковості, строк окупності;
- динамічний підхід - чистий грошовий підхід, чиста дисконтована вартість;
- з позиції технології виконання операцій та вартості обслуговування - кількість договірних відносин між підприємствами різних видів транспорту;
- на основі поточних витрат та капітальних вкладень;
- на основі визначення загальних приведених витрат на доставку вантажу тощо.

Актуальним є питання організації та управління взаємодії видів транспорту в макрологістичній системі при мультимодальних перевезеннях та обґрунтування раціональної форми транспортно-експедиційного обслуговування. На перший план виходить два фактори, які обумовлюють прийняття оптимального рішення:

- врахування загальних тенденцій розвитку транспортної експедиції;
- формування максимально ефективної системи транспортно-експедиційного обслуговування при існуючих обмеженнях [3].

В умовах мінливого зовнішнього середовища одним з основних чинників успішної бізнес-діяльності є скорочення витрат на доставку вантажів. Саме тому транспортно-експедиторські підприємства розглядають як невід'ємну частину транспортно-логістичної системи. Разом з тим, транспортно-експедиторські підприємства як суб'єкти господарювання мають стикаються з рядом проблем, які мають місце в операційній діяльності, та, які в свою чергу впливають на терміни виконання замовлення і ефективність експедиційного обслуговування. Зокрема, до вище зазначених проблем можна віднести: запізнення прибуття транспортних засобів до навантажувально-розвантажувальних пунктів або постів; порушення термінів доставки вантажів; неможливість оперативного вирішення проблем в процесі транспортування вантажу; пошкодження або втрата вантажу замовника [4].

Використання сучасних технології транспортування вантажів, складського та експедиційного обслуговування, ліквідація слабких місць в операційній діяльності транспортно-експедиційних підприємств, удосконалення сфери управління доставкою вантажів (зокрема, охорона і контроль вантажу, робота з претензіями клієнтів, контроль витрат) сприятимуть підвищенню якості та економічної ефективності процесу транспортно-експедиційного обслуговування.

#### Список використаних джерел

1. Новальська Н.І., Клименко В.В., Москаленко О.І, Селіщев С.В. Особливості трансформації ринку транспортно-логістичних послуг в Україні. *Наукоємні технології*. 2021. Том 52. №4. С. 389-397. doi: <https://doi.org/10.18372/2310-5461.52.16073>
2. Наумов В.С. Транспортно-експедиционное обслуживание в логистических системах: Монография – Харьков: ХНАДУ, 2012. – 220 с.
3. Давідіч Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Транспортно-експедиційна робота» для студентів 2 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.070101 – Транспортні технології (за видами транспорту) / Ю. О. Давідіч, Г. І Фалецька ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 27 с.
4. Дубицький О.С., Дембіцький В.М., Павлова І.О., Мазилук П.М. Підвищення ефективності діяльності транспортно-експедиційної компанії. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2020. №1 (11). С. 62–70. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-11-1-62-70>

**Разумова Катерина Миколаївна** - д.е.н., проф., завідувач кафедри організації авіаційних робіт та послуг, Національний авіаційний університет, e-mail: [krazum@ukr.net](mailto:krazum@ukr.net)

**Новальська Надія Іванівна** - к.е.н. доц., доцент кафедри організації авіаційних робіт та послуг, Національний авіаційний університет, e-mail: [naduch@ukr.net](mailto:naduch@ukr.net)

**Клименко Вікторія Вікторівна** - к.е.н, доц., доцент кафедри організації авіаційних робіт та послуг, Національний авіаційний університет, e-mail: [klymenko\\_victoriya@yahoo.com](mailto:klymenko_victoriya@yahoo.com)

**Razumova Kateryna** - Doctor of Economic Sciences, professor, Head of Organization of Aviation Works and Services Department, National Aviation University, e-mail: [krazum@ukr.net](mailto:krazum@ukr.net)

**Novalska Nadiia** - PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of Organization of Aviation Works and Services Department, National Aviation University, e-mail: [naduch@ukr.net](mailto:naduch@ukr.net)

**Klymenko Viktoriia** - PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of Organization of Aviation Works and Services Department, National Aviation University, e-mail: [klymenko\\_victoriya@yahoo.com](mailto:klymenko_victoriya@yahoo.com)



УДК 629.3

Романець Д. Ю.; Гусєва О. В.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ТА БЕЗПЕКИ РУХУ

*Розглянуті питання впровадження інноваційних технологій при ремонті автомобільних доріг за рахунок самовідновлюючих дорожніх матеріалів, що збільшить термін служби дорожнього покриття, зменшить витрати на ремонт і підтримку доріг, а також збільшить безпеку руху.*

*The issues of the introduction of innovative technologies in the repair of highways due to self-healing road materials, which will increase the service life of the road surface, reduce the costs of repair and maintenance of roads, and also increase traffic safety, are considered.*

**Вступ.** Надійна безпечна робота автомобільного й інших видів наземного транспорту залежить від наявності й стану, автомобільних доріг і їх відповідності сучасним технічним нормам.

У сучасних умовах центр ваги діяльності дорожніх організацій поступово і неухильно переходить від будівництва нових доріг до переважного збереження, підтримки і підвищенню технічного рівня і експлуатаційного стану існуючих автомобільних доріг методами утримання, ремонту та реконструкції. Головною стала задача підвищення капітальності дорожніх одягів, забезпечення високої швидкості, зручності та безпеки руху. Стан доріг є причиною значного відсотка поломок або аварій транспортних засобів та може значно знизити безпеку під час поїздки.

**Результати дослідження.** Загальні витрати держбюджету на будівництво доріг за 2021 рік становили 132 млрд грн., однак використання невідповідних матеріалів для будівництва та ремонту доріг може призвести до того, що через декілька років ремонт буде необхідно повторювати.

Нормами проектування встановлено розрахункові перспективні терміни для вибору типу дорожнього одягу та визначення її міцності в залежності від терміну служби до 18 років, але зазвичай для ремонту автодоріг використовують матеріали, які добуваються поруч з дорогами, такі як камінь, щебінь, пісок та асфальт. Ці матеріали можуть мати деякі недоліки, такі як низька стійкість до зношування та руйнування, що призводить до скорочення терміну їх служби. Для дорожніх будівельних матеріалів характерні такі фактори: статичні або динамічні механічні навантаження, періодичність кліматичних умов (температура, вологість, ультрафіолет, кисень та ін.), вплив антропогенних та природних хімічних та біологічних агентів. Внаслідок високої варіативності суперпозиції впливу факторів, як правило, пропонуються технологічні рішення, націлені на нівелювання впливу лише деяких факторів, які вважаються ключовими.

Для того, щоб забезпечити відповідність дорожніх матеріалів термінам їх служби та покращити якість дорожнього покриття, дослідники розробляють новітні технології, такі як самовідновлювальні матеріали.

Одним з можливих шляхів вирішення проблеми якості доріг в Україні є самовідновлюючі (smart materials) дорожні матеріали. Ці матеріали мають унікальні властивості, які дозволяють їм відновлювати свою структуру після пошкодження, що може знизити потребу в постійних ремонтах доріг та скоротити перерви в русі транспорту [3].

Німеччину заслужено вважають однією із найкращих країн за якістю дорожньої інфраструктури. У рейтингу Всесвітнього економічного форуму ФРН сьогодні попереду Іспанії, Швеції, Канади і Великобританії [2].

Тут діє DW федеральна дослідницька програма "Дорога в XXI столітті", серед пріоритетів якої - енергозберігаючі, екологічні і довговічні дороги. Фахівці змогли протестувати асфальт, який "самовідновлюється". Рівномірність процесу самовідновлення в обсязі матеріалу може бути досягнута за допомогою технології інкапсулювання функціональних агентів та введення їх до складу спільно з іншими компонентами на стадії приготування асфальтобетонної суміші.

Важливо конкретизувати термін «матеріал, що самовідновлюється». Як правило, кінетика зміни структурно-чутливого параметра  $F$  матеріалу описується диференціальним рівнянням [4]:

$$\frac{dF}{dt} = -k_2 F^n,$$

рішення:

$$\frac{F(t)}{F(0)} = \sqrt[1-n]{1 - k_t \frac{1-n}{F(0)^{1-n}} t}, \quad (1)$$

де  $F(0)$  — значення структурно-чутливого параметра у початковий період часу;  
 $n$ ,  $k_t$  — енергетична та кінетична константи відповідно;  
 $t$  — час.

Кінетика зміни значення структурно-чутливого параметра для звичайного та самовідновлюваного матеріалу представлена на рисунк 1.

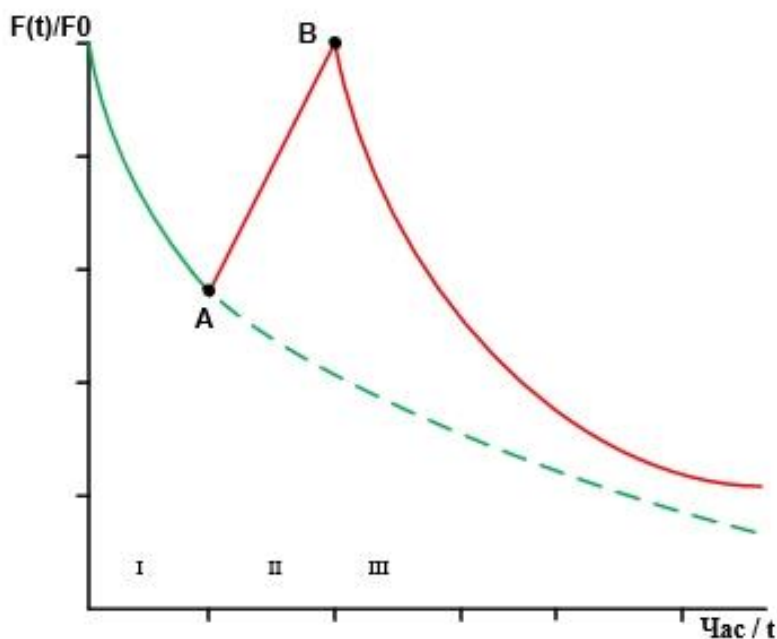


Рисунок 1 - Схема кінетики зміни структурно-чутливого параметра:  
 1 - звичайного; 2 - матеріалу, що самовідновлюється

До капсул, що містять відновлюючий агент, пред'являються вимоги щодо термостійкості та міцності шкаралуп, необхідних для збереження цілісності на етапі ущільнення асфальтобетонної суміші.

Для виробництва мікрокапсул для асфальтобетону, що містять відновлюючий агент, існують різні технології (більше 6 варіантів), які відрізняються застосовуваними вихідними компонентами, складністю технологічного процесу та властивостями продукту.

Одна з найбільш нескладних технологій є спосіб одержання мікрокапсул. При постійній швидкості перемішування у воду послідовно додаються альгінат натрію та агент, що відновлює. За допомогою крапельної лійки отримана суспензія поділяється на окремі капсули через розчин кальцію хлориду. Після фільтрації капсули сушаться за температури 40 °С [5].

Для виготовлення кальцій-альгінатних капсул використовувався альгінат натрію (C<sub>0</sub>H<sub>7</sub>O<sub>6</sub>Na), що представляє собою натрієву сіль альгінової кислоти, екстрагованої з бурих водоростей. Одержувані різними методами капсули можуть мати розміри від 10 мкм до 3 мм, в яких як інкапсульоване відновлюючого агента використовуються переважно рослинні олії соняшнику [5].

Результат технологій інкапсульювання — одержання контейнерів, що містять відновлювальний агент, які відрізняються як вихідними компонентами, так і властивостями одержуваних капсул. Як правило, капсули мають кулясту або еліпсоїдну форму, що полегшує їх використання у процесі змішування з іншими компонентами асфальтобетонної суміші [6, 7].

Отже, реалізація технології самовідновлення асфальтобетону можлива за рахунок використання різноманітних інкапсульюваних модифікаторів, які можуть сприяти відновленню завдяки інтенсифікації власного потенціалу в'язучого до відновлення шляхом омолоджуючого впливу або за рахунок створення нових адгезійних зв'язків у процесі перетворення відновлювального агента.

Розвиток автомобільних доріг - це не лише зручність та швидкість пересування для водіїв, але й важливий аспект економіки, транспортної інфраструктури та безпеки дорожнього руху - збереження людських життів. Якісні дороги є основою розвитку транспортної системи країни, їх належна інфраструктура впливає на зниження витрат на транспортування товарів та послуг, підвищення конкурентоспроможності регіонів та забезпечення комфортних умов для транспортних потоків.

Застосування самовідновлюючих дорожніх матеріалів є новою технологією в дорожньому будівництві та досі не широко застосовуються. Однак, вони мають великий потенціал за рахунок надання йому унікальних властивостей для поліпшення якості, що дають можливість самостійно відновлювати цілісність композиту та його здатність чинити опір зовнішнім факторам, що забезпечить більш безпечну та зручну їзду для автомобілістів. Крім того, впровадження самовідновлюючих дорожніх матеріалів може зменшувати вплив будівництва та ремонту доріг на довкілля, зокрема, за рахунок зменшення кількості відходів та енерговитрат на ремонт та підтримку доріг.

Залучення інвестиційних коштів від міжнародних фінансових інститутів в інноваційні транспортні проекти – це умова розвитку не тільки транспортного сектору, а й національної безпеки та конкурентоспроможності країни.

### Список використаних джерел

1. Закон України «Про автомобільні дороги», Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2005, № 51, ст.556
2. <https://www.dw.com/uk/>
- 3 Ghosh S.K. Self-healing materials: fundamentals, design strategies, and applications // Self-Healing Materials. Weinheim : Wiley, 2009. Pp. 1–28. DOI: 10.1002/9783527625376.ch1
4. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство. Підручник. – Рівне: НУВГП, 2016. – 448с.
5. Al-Mansoori T., Micaeloab R., Artamendi I., Norambuena-Contreras J., Garcia A. Microcapsules for self-healing of asphalt mixture without compromising mechanical performance. Construction and Building Materials. 2017; 155:1091-1100. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.08.137

6. Barrasa R.C., López V.B., Montoliu C.M.-P., Ibáñez V.C., Pedrajas J., Santarén J. Addressing durability of asphalt concrete by self-healing mechanism // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol. 162. Pp. 188–197. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.199

7. Su J.F., Schlangen E. Synthesis and physicochemical properties of high compact microcapsules containing rejuvenator applied in asphalt // Chemical Engineering Journal. 2012. Vol. 198–199. Pp. 289–300. DOI: 10.1016/j.cej.2012.05.094

8. Bengisu M., Ferrara M. Designing with kinetic materials // SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. 2018. Pp. 65–80. DOI: 10.1007/978-3-319-76889-2\_5

9. Xue B., Wang H., Pei J., Li R., Zhang J., Fan Z. Study on self-healing microcapsule containing rejuvenator for asphalt // Construction and Building Materials. 2017. Vol. 135. Pp. 641–649. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.12.165

10. Xu S., Tabaković A., Liu X., Schlangen E. Calcium alginate capsules encapsulating rejuvenator as healing system for asphalt mastic // Construction and Building Materials. 2018. Vol. 169. Pp. 379–387. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.01.046

**Романець Даниїл Юрійович** – студент групи ОРДР-20/1, спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», освітньо-професійна програма «Організація та регулювання дорожнього руху», ВСП «Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету», e-mail: [dromanets.danil@gmail.com](mailto:dromanets.danil@gmail.com)

**Гусєва Олена Вікторівна** - викладач спецдисциплін циклової комісії «Організації перевезень і безпеки руху на автотранспорті», ВСП «Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету», e-mail: [guseva@attknu.com.ua](mailto:guseva@attknu.com.ua)

**Romanets Daniil** - student of ORDR-20/1 group, specialty 275 "Transport technologies (on road transport)", educational and professional program "Organization and regulation of traffic", VSP "Vehicle Transport College of Kryvyi Rih National University", e-mail: [dromanets.danil@gmail.com](mailto:dromanets.danil@gmail.com)

**Guseva Olena** - teacher of special disciplines of the cycle commission "Organization of transportation and traffic safety on motor vehicles", VSP "Vehicle Transport College of Kryvyi Rih National University", e-mail: [guseva@attknu.com.ua](mailto:guseva@attknu.com.ua)

УДК 629.083

Рхліб Мохаммед-Амін; Туїхер Айман; Обихвост Р. В.; Яговий Д. В.; Назаров О. І., к.т.н., доц.

## ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ДИНАМІКИ ГАЛЬМУВАННЯ ГІБРИДНИХ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

*Розглянуто питання впливу виду гібридної технології привода на гальмівні властивості гібридних легкових автомобілів в процесі експлуатації, що визначають безпеку руху.*

*The paper considers the influence of the type of hybrid drive technology on the braking properties of hybrid passenger cars during operation, which determine traffic safety.*

**Вступ.** Термін «гібрид» бере свій початок від латинського слова «hybrida». У техніці гібридом називають систему, в якій комбінуються один з одним дві різні технології. В зв'язку з концепцією розвитку таких приводів термін «технологія гібридного привода» використовується для позначення двох напрямків [1]:

- бівалентний або двоопаливний силовий агрегат;
- гібридний силовий агрегат.

У разі гібридної технології привода йдеться про комбінації з двох різних силових агрегатів, робота яких заснована на різних принципах дії.

На даний час під терміном «технологія гібридного привода» розуміють комбінацію двигуна внутрішнього згоряння й електродвигуна-генератора, який може бути застосованим як генератор для вироблення електричної енергії, як тяговий електродвигун для руху автомобіля та, як стартер для запуску двигуна внутрішнього згоряння.

У залежності від компоновочного виконання розрізняють наступні види гібридного силового агрегату [1, 2]:

- мікрогібридний силовий агрегат (mild hybrid);
- пасивний гібридний силовий агрегат (passive hybrid);
- повногібридний силовий агрегат (full hibrid).

Застосування того чи іншого виду гібридного силового агрегату у трансмісіях легкових автомобілів вносить свій специфічний вплив як на динаміку їх розгону, так і на динаміку гальмування в процесі експлуатації, що в кінцевому результаті впливає на безпеку використання таких автомобілів.

**Результати дослідження.** При застосуванні концепції «мікрогібридного силового агрегату» електричний компонент «стартер-генератор» служить виключно для реалізації функції «старт-стоп». При цьому частину кінетичної енергії можна використовувати в якості електричної енергії (рекуперація, що має місце при гальмуванні). Проте привод лише від електричної енергії не передбачено [2, 3].

Цей вид гібридного силового агрегату по суті не можна назвати «гібридним», тому що у автомобілі використовується лише одна рухова система.

Система з невеликим запасом енергії акумулятора та невеликим запасом потужності електродвигуна, який включається в роботу під час розгону автомобіля, характерна для пасивного гібридного силового агрегату. Електричний привод підтримує роботу двигуна внутрішнього згоряння. Рух автомобіля лише на електричній тязі також не можливий.

При чому, для пасивного гібридного силового агрегату більша частина кінетичної енергії при гальмування регенерується, та у вигляді електричної енергії накопичується в високовольтній акумуляторній батареї. В такій конструкції високовольтна батарея, а також електричні компоненти, у порівнянні з мікрогібридним силовим агрегатом, сконструйовано для більш високої електричної напруги, тобто більш високої потужності.

У випадку «повногібридного силового агрегата» застосовується потужний електродвигун-генератор, який комбінується з двигуном внутрішнього згоряння. При цьому можливий рух лише на електричній тязі [2, 3].

Електродвигун-генератор, як тільки дозволяють умови, підтримує роботу двигуна внутрішнього згоряння. При цьому рух з малою швидкістю здійснюється лише на електричній тязі. Реалізована функція «старт-стоп» для двигуна внутрішнього згоряння. Рекуперація енергії використовується для заряджання високовольтної батареї.

Завдяки роздільному зчепленню між двигуном внутрішнього згоряння та електродвигуном-генератором є можливим забезпечення роз'єднання обох систем.

За принципом взаємодії електричної та паливної складових гібридного автомобіля їх силові приводи розподіляють на типи [4, 5]:

- паралельний гібридний силовий агрегат;
- послідовно-паралельний гібридний силовий агрегат;
- послідовний гібридний силовий агрегат.

У випадку послідовної схеми гібридної силової установки двигун внутрішнього згоряння працює тільки на генератор. При цьому обирається режим мінімального споживання палива.

Енергія, яка виробляється генератором, подається або на тяговий електродвигун, або на накопичувач енергії та тяговий електродвигун, або лише на накопичувач енергії.

Тяговий електродвигун забезпечує весь необхідний тяговий і швидкісний діапазони і під час уповільнення легкового автомобіля працює в режимі в режимі генератора, забезпечуючи рекуперацію енергії гальмування.

Перевагою послідовної схеми є можливість первинної роботи двигуна внутрішнього згоряння з мінімальною витратою палива, просте керування силовою установкою та відсутність спеціальних вузлів трансмісії, широкі компоновальні можливості, які дозволяють легко компоувати силову установку в обмеженому підкапотному просторі сучасного легкового автомобіля.

Недоліками такої схеми є занадто низький коефіцієнт корисної дії системи перетворення енергії від двигуна внутрішнього згоряння до приводних коліс через двократне перетворення одного виду енергії в інший: механічну в електричну, потім електричну у механічну та обов'язкова наявність двох електромашин високої потужності.

У випадку застосування паралельної схеми гібридної установки [4] двигун внутрішнього згоряння та тяговий електродвигун, який живиться від високовольтної акумуляторної батареї, посередком трансмісії пов'язані з ведучими колесами.

Перевагою паралельної схеми є більш високий коефіцієнт корисної дії системи передачі енергії від двигуна внутрішнього згоряння до ведучих коліс у порівнянні з послідовною схемою та можливість застосування однієї електромашини замість двох.

Недоліком паралельної схеми гібридного силового агрегату є обов'язкове ускладнення трансмісії для забезпечення відбору (підводу) потужності електричної машини, відхід двигуна внутрішнього згоряння від режиму мінімальної витрати палива при застосуванні багатоступінчастої механічної передачі для регулювання швидкості автомобіля та, як результат, ускладнення системи керування силовою установкою.

Проте, є можливим варіант [4], коли електродвигун встановлюється в приводі іншого ведучого моста. Наприклад, для переднеприводної схеми трансмісії легкового автомобіля зворотній електродвигун встановлюється в приводі заднього моста. Перевагою такого варіанту є спрощення трансмісії, а недоліком – використання колісного рушія в якості елемента системи перетворення енергії.

У даному випадку ведучі колеса приводяться в рух і двигуном внутрішнього згоряння, й електродвигуном, який повинен працювати і в якості генератора.

Для цього, з метою узгодження паралельної роботи, використовується комп'ютерне керування. Але при цьому зберігається необхідність у звичайній трансмісії, а двигуну приходить працювати на не ефективних режимах.

Крутний момент, який надходить від двох джерел, розподіляється в залежності від умов руху. На перехідних режимах (старт, прискорення) на допомогу двигуну внутрішнього згоряння підключається електродвигун, а на усталених режимах і під час гальмування він працює, як генератор, заряджаючи акумулятор.

Таким чином, при застосуванні паралельних схем у гібридних легкових автомобілях більшу частину часу працює двигун внутрішнього згоряння, а електродвигун використовується в якості допомоги йому. Отже, гібридні легкові автомобілі з паралельними схемами силових установок можуть використовувати меншу за ємністю акумуляторну батарею, в порівнянні з послідовними.

Так як двигун внутрішнього згоряння кінематично пов'язаний з ведучими колесами, то і втрати потужності на хід значно менші при послідовній схемі [4].

Проте, незважаючи на простоту реалізації паралельної схеми, вона не дозволяє значно поліпшити як екологічні параметри, так і ефективність застосування двигуна внутрішнього згоряння.

Прихильником такої схеми гібридних силових установок є компанія Honda. Розроблена нею гібридна установка одержала назву «Integrated Motor Assist». Вона передбачає, насамперед, створення бензинового двигуна зі збільшеним коефіцієнтом корисної дії. Та лише у разі, коли двигун внутрішнього згоряння вимагатиме додаткового крутного моменту, у роботу повинен включитися електродвигун.

У такому випадку система не вимагає складного і дорогого силового блоку керування. Значить, собівартість такого гібридного автомобіля буде меншою. Система ІМА складається з бензинового двигуна, який видає основну потужність, електромотора, який надає додаткову потужність, та додаткової акумуляторної батареї [4].

Гібридний автомобіль із системою ІМА загальмовується електромотором, де електромотор працює як генератор, виробляючи електричну енергію, тоді, як звичайний автомобіль сповільнюється, а його кінетична енергія гаситься опором двигуна внутрішнього згоряння й розсіюється у вигляді тепла за рахунок нагрівання роторів.

Коли автомобіль знову почне прискорюватись, то акумуляторна батарея віддасть всю накопичену енергію електромотору, який знову перейде на свої тяглові функції. Витрата бензину зменшиться рівно на стільки, на скільки було припасено енергії під час попередніх гальмувань.

Взагалі, за думкою компанії Honda вважається, що гібридна система повинна бути максимально простою, а електромотор повинен виконувати єдину функцію – допомагати двигуну внутрішнього згоряння заощадити якомога більше пального. Така теорія впроваджена у моделях гібридних автомобілів Insight та Civic [4].

У такому випадку двигун внутрішнього згоряння, генератор і вихідний вал передачі, що пов'язаний з валами привода ведучих коліс, і на який передає енергію тягловий електродвигун, з'єднані посередком планетарної передачі. За рахунок цього двигун внутрішнього згоряння працює на постійному режимі мінімальної витрати палива, а регулювання швидкості обертання вихідного валу здійснюється зміною частоти обертання вала тягового електродвигуна за рахунок відповідного керування системи. При цьому необхідно синхронно керувати потужністю на валу генератора для забезпечення постійного режиму роботи двигуна внутрішнього згоряння з мінімальною витратою палива та мінімальною токсичністю.

Компанія Toyota розробила свою гібридну систему Hybrid Synergy Drive, яка об'єднує в собі особливості послідовної та паралельної схем.

У схему паралельної гібридної силової установки [4] додається окремий генератор і розподільник потужності (планетарний механізм).

У результаті така гібридна установка набуває особливостей послідовної схеми: автомобіль розпочинає рухатись та рухається на малих швидкостях лише за рахунок електропривода, а на високих швидкостях і під час постійного руху підключається двигун внутрішнього згоряння.

При високих навантаженнях (прискорення, рух на підйом і т.д.) електродвигун додатково підживлюється від акумуляторної батареї, тобто гібридна установка працює за паралельною схемою.

Завдяки наявності окремого генератора, який живить батарею, електродвигун використовується лише для привода коліс і при рекуперативному гальмуванні.

Планетарний механізм передає частину потужності двигуна внутрішнього згоряння на ведучі колеса, а решту – на генератор, який або живить електродвигун, або заряджає акумулятор.

Комп'ютерна система керування постійно регулює подачу потужності від обох джерел енергії для оптимальної роботи за будь-яких умов експлуатації.

Із застосуванням послідовно-паралельної схеми гібридної силової установки більшу частину часу працює електродвигун, а двигун внутрішнього згоряння застосовується тільки на найбільш ефективних режимах роботи.

Важливою особливістю гібридних силових установок є те, що двигуни внутрішнього згоряння працюють не за циклом Отто, а за циклом Аткинсона [1-4].

Таким чином, під час оцінювання гальмівної ефективності гібридних легкових автомобілів слід враховувати особливості конструкції та системи керування застосовуваної гібридної силової установки.

#### Список використаних джерел

1. Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатов А.В. Гібридні автомобілі. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 326 с.
2. D. Anderson, Ju. Anderson Electric and Hybrid Cars. A History/Curtis. – McFarland Company, 2010. – 267 p.
3. Toyota hybrid system 2. Toyota Motor Corporation. Public Affairs Division 4-8 Karaka 1-home, Bunkyo-ky. Tokio, 112-8701 Japan, May 2003
4. Hybrid Synergy Drive. Jesse Russell, 2012. – 107 p.

**Рхліб Мохаммед-Амін** – студент групи А-48-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: aminechinom4@gmail.com.

**Туїхер Айман** – студент групи А-48-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [tuikherayman@gmail.com](mailto:tuikherayman@gmail.com).

**Обихвост Руслан Віталійович** - студент групи А-41-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [Obykhvost@gmail.com](mailto:Obykhvost@gmail.com).

**Яговий Дмитро Віталійович** - студент групи А-41-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [Yagovyi@gmail.com](mailto:Yagovyi@gmail.com).

**Назаров Олександр Іванович** – к.т.н., доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [hefer64@ukr.net](mailto:hefer64@ukr.net).

**Rkhlіb Mohammed-Amin** - student of the group A-48-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: aminechinom4@gmail.com.

**Tuikher Ayman** - student of group A-48-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [tuikherayman@gmail.com](mailto:tuikherayman@gmail.com).

**Obykhvost Ruslan** - student of group A-41-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [Obykhvost@gmail.com](mailto:Obykhvost@gmail.com).

**Yagovyi Dmytro** - student of group A-41-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: [Yagovyi@gmail.com](mailto:Yagovyi@gmail.com).

**Nazarov Aleksandr** - PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, Kharkov National Automobile and Highway University, e-mail: [hefer64@ukr.net](mailto:hefer64@ukr.net).



УДК 656.1/5

Рябушенко О. В., к.т.н., доц.; Данець С. В., к.т.н.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ РОЗСЛІДУВАННІ ДТП

*Представлені класифікація та характеристик методів оцінки параметрів руху транспортних засобів, що можуть бути використані при розслідуванні ДТП. Проведено порівняльний аналіз значень швидкостей руху ТЗ, які були отримані розрахунковими методами, зі значеннями, які приймалися за показаннями водіїв. Результатами статистичного аналізу відповідних вибірок даних показали схожі рівні надійності отриманих результатів.*

*The classification and characteristics of the methods of evaluating vehicle traffic parameters that can be used in the investigation of traffic accidents are presented. A comparative analysis of the vehicle speed values, which were obtained by calculation methods, with the values that were taken according to the drivers' testimony, was carried out. The results of the statistical analysis of the relevant data samples showed similar levels of reliability of the obtained results.*

**Вступ.** Проблема ДТП є головною проблемою безпеки на автомобільному транспорті, та масовість даного явища перетворило її на основний соціальний ризик для життя та здоров'я людей. Україна також зіткнулася з цією проблемою, щорічно втрачаючи від 3 до 4 тис. чоловік в ДТП зі смертельними наслідками. Тому важливими є дослідження всіх факторів, які можуть бути корисними для вирішення проблеми аварійності на дорогах. В великій мірі це стосується швидкості руху транспортних засобів, як головного фактору небезпеки, оскільки поліцейська статистика в Україні, як і в багатьох інших країнах, вказує на перевищення швидкості руху в якості головної причини ДТП [1].

**Постановка проблеми.** Детальний аналіз всіх обставин окремої події проводиться в рамках експертизи ДТП, де в більшості випадків одним з питань дослідження є встановлення швидкості, з якою рухався автомобіля на момент виникнення небезпечної дорожньої обстановки. Навіть в разі проведення експертного дослідження ДТП, встановлення швидкості транспортного засобу (ТЗ) пов'язано з низькою проблемних питань. По-перше, не всі існуючі методи дають достатньо високу точність отриманих результатів, зазвичай в цьому разі в експертних висновках для автомобіля вказується лише нижня границя його швидкості руху. Но-друге, у експерта не завжди виявляється достатньо вихідних даних або технічних можливостей для встановлення швидкості ТЗ розрахунковим шляхом. В багатьох випадках для аналізу механізму ДТП використовується значення швидкості зі слів водія – учасника ДТП. В цьому разі можуть виникати сумніви щодо точності та достовірності отриманої інформації як через недосконалість сприйняття водія, та і через його можливу упередженість. Тому представляє інтерес у порівняльному порівняльний аналіз результатів встановлення швидкості ТЗ при використанні різних методів.

**Результати дослідження.** При проведенні експертизи ДТП до точності визначення швидкості руху ТЗ в момент виникнення небезпечної дорожньої ситуації пред'являються особливі вимоги, оскільки це в значній мірі впливає на встановлення технічної можливості запобігання ДТП. Тому відносна точність використовуваних розрахункових методів повинна враховуватися експертом.

На даний момент не існує універсального методу визначення швидкості ТЗ при дослідженні ДТП, у кожному конкретному випадку можуть використовувати один або кілька методів, поєднуючи різні джерела інформації для отримання точного результату. Методи, що використовуються в сучасній світовій практиці, можна розділити на кілька груп за їх сутністю (рис. 1).

Аналіз слідів гальмування коліс залишається одним із методів, що досить часто використовують експерти при визначенні швидкості руху ТЗ, що потрапили в ДТП. Різні варіації цього методу використовується починаючи з 50-х років ХХ століття та були узагальнені в численних публікаціях [2-4]. Однак достатньо точний розрахунок швидкості руху ТЗ за слідами гальмування можливий лише за умови сталої щільності дорожнього покриття та відомих характеристиках гальмівної системи автомобіля. При дослідженні зіткнення точність даного метода знижується через нехтування енергією деформації кузова ТЗ, тому можуть застосовуватися підходи, засновані на аналізі співвідношення фактичної довжини слідів гальмування з тією, яка мала місце при певній швидкості. Також метод аналізу слідів гальмування зазвичай не може бути використаний в разі, якщо автомобіль був обладнаний системою ABS [5].

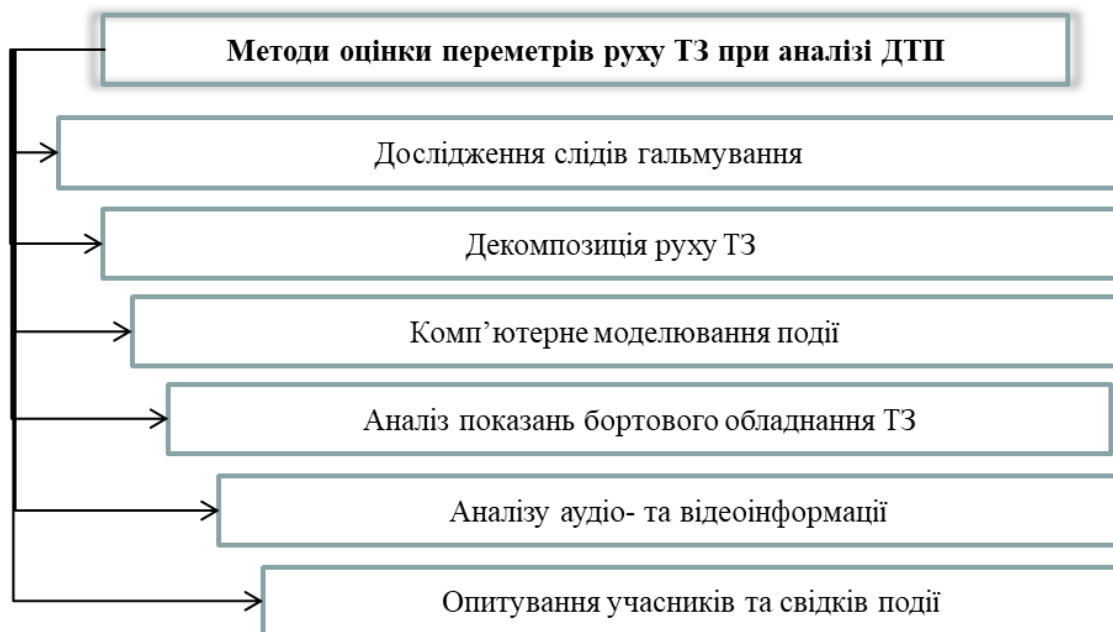


Рисунок 1 – Перелік методів встановлення швидкості ТЗ при аналізі ДТП

До групи методів декомпозиції руху можна віднести ті, що засновані на аналізі пошкоджень автомобілів (дороги або об'єктів дорожньої інфраструктури та ін.) та їх переміщення в процесі ДТП. Аналіз пошкоджень на автомобілі є досить поширеним методом для визначення швидкості ТЗ в процесі аналізу ДТП, який ґрунтується на вивченні характеру та місця пошкоджень та подальших аналітичних моделях інженерної експертизи [6,7]. Точність даної групи методів в значній мірі залежить від складності використаних математичних моделей, що потребує високого рівня підготовки експерта, а також сучасної високопродуктивної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. Через це в практиці масової експертизи в Україні знайшли використання відносно прості розрахункові методи, що дають порівняно низьку точність визначення швидкості ТЗ.

Швидкість автомобіля при ДТП може бути приблизно оцінена за ступенем тяжкості травм, отриманих потерпілими. Відомі публікації, що розглядають взаємозв'язок між швидкістю автомобіля та можливими травмами учасників ДТП [8-10]. Такі дослідження можуть проводитися в рамках комплексної експертизи ДТП та мають включати результати аналізу звіту судово-медичного експерта, пошкоджень автомобіля, а також поведінки тіла людини під час зіткнення.

Використання комп'ютерного моделювання є перспективним методом сучасної експертної практики, що дає змогу визначати параметри руху ТЗ в процесі аналізу ДТП. Аналіз методів моделювання ДТП наведено в роботі [6]. В роботі [11] показано використання чисельної моделі динаміки ТЗ та його взаємодії з дорожньою інфраструктурою для

моделювання різних сценаріїв ТПД. В Європі в основному знайшли використання такі спеціалізовані програми, як CARAT, PC-Crash, ANALYSER PRO. Незважаючи на те, що такі програми дозволяють підвищити продуктивність праці експерта та знизити ймовірність технічної помилки, точність моделювання параметрів руху ТЗ також залежить від якості та достовірності закладеної в модель первинної інформації.

Показання вбудованих електронних приладів ТЗ, таких як тахограф, електронний блок управління двигуном, навігаційна система бортового комп'ютера можуть використовуватися для найбільш об'єктивного визначення швидкості автомобіля на момент ДТП. Більшість сучасних автомобілів мають так звані «чорні скриньки», або Electronic Control Modules (ECM модулі), до яких безперервно записують дані про стан ТЗ під час руху, зокрема місцезнаходження GPS, швидкість, прискорення, використання ременів безпеки, стан подушки безпеки, а також такі специфічні фактори аварії, як час між ударом та спрацюванням подушки безпеки. Ця інформація, в разі її вилучення, може бути використана при аналізі ДТП [12].

Проблемою на шляху використання даного методу може стати те, що у кожного автовиробника є власне апаратне та програмне забезпечення для EDR, деякі з яких можуть бути доступні офіційному дилеру, інші доступні тільки виробнику. У експерта також може не бути права доступу до чорної скриньки автомобіля, оскільки вона є приватною власністю. Доступ поліції або експертів до бортових комп'ютерів ТЗ під час розслідування ДТП залежить від законодавства кожної окремої країни. Наприклад, у Німеччині та Франції поліція має право вилучати дані з бортових комп'ютерів, включаючи інформацію про швидкість, режим роботи двигуна, положення педалі газу і гальма. У Великій Британії та Італії доступ є на підставі ордеру суду. У США законодавство, що регулює такий доступ може відрізнятися у різних штатах. В Україні за рішенням суду автомобіль учасника ДТП може бути заарештований як речовий доказ, та спеціаліст матиме доступ до його систем та обладнання. Тому проблема полягає лише у відсутності в експертних установах необхідного устаткування та програмного забезпечення, а також в неврегульованості юридичного аспекту його використання.

Аналіз відеозаписів стає все більш поширеним джерелом інформації для експертизи ДТП. В тому числі даний метод використовується для визначення швидкості руху ТЗ в момент виникнення небезпечної дорожньої ситуації [13, 14]. Зазвичай це робиться за допомогою програмного забезпечення, що дозволяє покадрово відстежувати рух ТЗ. Оцінка точності методу визначення швидкості автомобіля з відеозапису ДТП може змінюватись в залежності від характеристик відеозапису. Так в роботі [15] вказується на можливість досягнення точності на рівні 2-5 км/год для швидкостей менше 60 км/год та на рівні 5-10 км/год для швидкостей вище 60 км/год. Інші дослідження стверджують, що точність методів вимірювання швидкості за відеозаписами ДТП значно залежить від якості відеозображення, розташування камери відносно рухомого ТЗ, умов руху та інших факторів [16, 17].

Незважаючи на те, що в процесі розслідування ДТП водій має надати слідчому пояснення стосовно його обставин, робити аналіз події спираючись на значення швидкості руху ТЗ лише за словами водія, як правило, не прийнято, оскільки цей спосіб суперечить принципу доказової експертизи. Однак, у випадках, коли відсутні можливості застосовуються інших методів, в Україні широко використовують водійські свідчення. За можливості, показання водія перевіряються експертом на технічну спроможність.

В окремих роботах авторами проводилися дослідження надійності оцінки швидкості руху ТЗ водіями, які були учасниками ДТП, шляхом їх порівняння з іншими методами, таким як аналіз пошкоджень ТЗ, аналіз відеозапису події, реконструкція місця ДТП [18, 19]. Результати досліджень в цілому показали, що оцінка швидкості руху ТЗ, зроблене його водієм, не завжди є достовірною.

В даному дослідженні запропонований інший підхід до проблеми оцінки надійності даних щодо швидкості руху ТЗ, отриманих зі слів водія, що полягає у порівнянні статистичних характеристик з двох вибірок даних про швидкість руху ТЗ, отриманих з актів автотехнічних

експертиз ДТП. При цьому в першій вибірці швидкість оцінювалася одним з відомих розрахункових методів, в другій – приймалася зі слів водія, що був учасником ДТП. Проаналізовані експертизи проводилися фахівцями Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України за фактами ДТП, що були скоєні на вулично-дорожній мережі міста Харкова протягом 2018-2019 р. Таким чином, оскільки всі події відбувалися в умовах міського руху та зважаючи на достатній обсяг вибірок, можна вважати, що єдиним відмінним фактором для них є спосіб встановлення швидкості руху ТЗ.

На рис. 1 розподіли швидкостей руху ТЗ, що потрапили в ДТП, для обох груп методів наведені в інтегральній формі, а в табл. 1 надані статистичні характеристики відповідних вибірок.

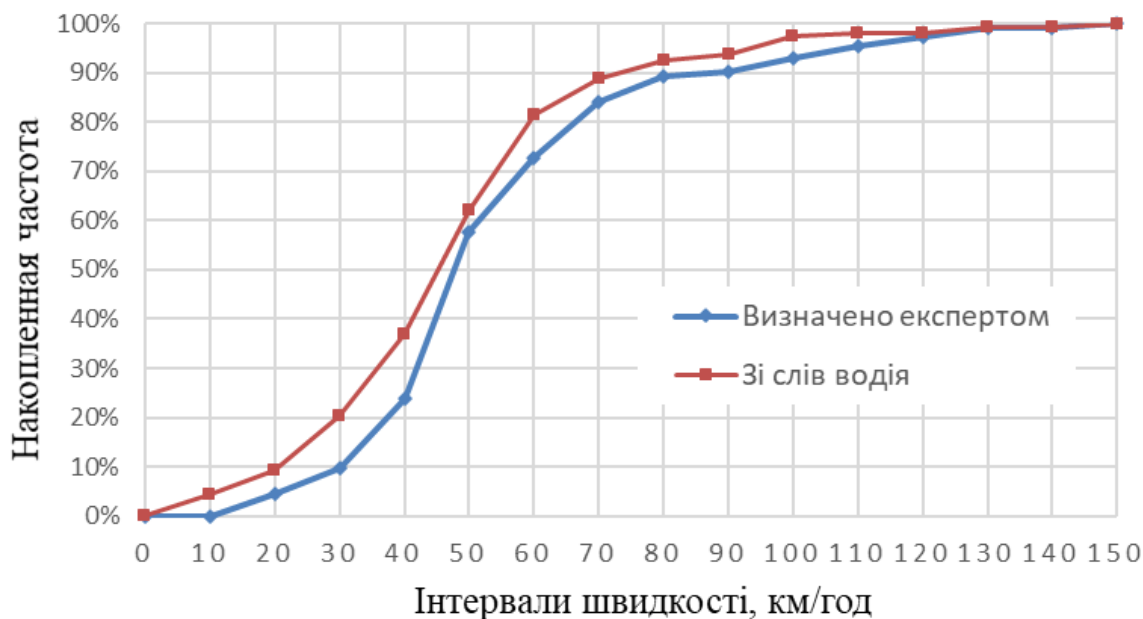


Рисунок 1 – Розподіл значень швидкостей руху ТЗ, що потрапили в ДТП

Таблиця 1 – Статистичні характеристики розподілів даних

Статистичні характеристики вибірок	Визначено експертом	Прийняте зі слів водія
Обсяг вибірки, подій	113	163
Мінімум, км/год	12	5
Максимум, км/год	147	150
Середнє арифметичне, км/год	56,0	50,7
85-й процентиль, км/год	71,4	69,4
Стандартне відхилення, км/год	23,7	22,9

Оскільки обидва розподіли швидкостей ТЗ та їх статистичні характеристики мають незначні відмінності, можна констатувати, що прийняті зі слів водія дані про швидкість руху ТЗ мають не менший рівень надійності, порівняно з іншими експертними методами, що використовуються в Україні при аналізі ДТП. Однак, менше середньоарифметичне значення для другої вибірки може також свідчити про схильність водіїв до зниження власної швидкості руху у своїх показаннях. Чи є це свідомим вибором, чи виникає внаслідок суб'єктивної похибки сприйняття режиму руху ТЗ – може бути предметом окремого дослідження.

**Висновки.** Для оцінки швидкості руху ТЗ при аналізі ДТП може використовуватися широка номенклатура методів, що значно відрізняються своєю трудомісткістю та надійністю отриманих результатів. З об'єктивних причин, в умовах України не всі відомі методики можуть ефективно використовуватися в практиці масової експертизи ДТП. Як показав аналіз,

за відсутності даних або неможливості використати розрахункові методики, отримання значення швидкості руху ТЗ зі слів водія в цілому можна вважати прийнятною практикою.

### Список використаних джерел

1. Статистика. Патрульна поліція України. Дата оновлення: 10.03.2023. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення 08.04.2023).
2. Tapani Tikka and Tapio Visanko. Estimation of Speed at Impact from Tire Marks - A Review of Finnish Research. *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 47, Issue 1, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1520/jfs15261j>
3. Dewar RE, Olson LM. The accuracy of speed estimates based on skidmarks. *Accident Analysis Prev.* 15(3): 205-213, 1983. DOI: 10.1016/0001-4575(83)90040-0.
4. Kwentus JA. The usefulness of skidmark analysis in accident reconstruction. *J Forensic Sci. Soc.* 22(2): 115-123. 1982. DOI: 10.1016/s0015-7368(82)72020-8.
5. Serhii Danets, Olexii Saraiev. Mathematical modeling of speed change of vehicles at emergency braking. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(1(41)):22-28, 2018. DOI:10.15587/2312-8372.2018.133612
6. Witold Pawlus, Hamid Reza Karimi, Kjell G. Robbersmyr. Investigation of vehicle crash modeling techniques: theory and application. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 70, p. 965–993, 2014. DOI:10.1007/s00170-013-5320-3.
7. Alardhi, M., Sequeira, R., Fahed, M., Alrajhi, J., Alkhulaifi, K. Assessing the Crashworthiness Analysis on Frontal and Corner Impacts of Vehicle on Street Poles Using FEA. *Appl. Sci.* 12, 12287, 2022. DOI: 10.3390/app122312287.
8. Roland, N. Analysis of the consequences of road traffic accidents: the relationship between vehicle speed and injury severity. *Automotive Technology Journal*, 23(1), 2020. DOI: 10.1016/j.aap.2020.105607.
9. Stevenson, M., & Newville, R. Correlation between vehicle speed and injury severity following road traffic accidents. *Journal of Road Safety*, 14(2), 2019. DOI: 10.1016/j.jsr.2019.06.005.
10. Barry, D., Hopkins, M. Analysis of injury data from road traffic accidents and vehicle speed. *Medical Assessment Journal*, 2(3), 2018. DOI: 10.1080/19424280.2018.1481705.
11. Jia Y., Zhao Y., Liu C. A numerical model of vehicle dynamics and its application in traffic accidents based on event data recorders. *Safety Science*, 134, 105076, 2021. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.105076.
12. Siddhanta Kumar Singh, Ajay Kumar Singh. Vehicular impact analysis of driving for accidents using on board diagnostic II. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, Vol. 11, No. 5, pp. 2696~2704. ISSN: 2302-9285, 2022. DOI: 10.11591/eei.v11i5.3864.
13. Görgülü, G. A review of vehicle speed estimation from video. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 25(1), 373-393, 2017. DOI: 10.3906/elk-1502-80.
14. Jung D. W., Kim N. K. Estimating the speed of a vehicle involved in a rear-end collision from video images. *International Journal of Automotive Technology*, 13(3), 355-360, 2012. DOI: 10.1007/s12239-012-0045-3.
15. Zhang Y., Yang J., Huang L., Ma X., Lu, Y. Improved Method for Vehicle Speed Calculation Based on Video Image Analysis. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(7), 1792-1805, (2017). DOI: 10.1109/TITS.2016.2606099.
16. Michał Abramowski, Andrzej Reński. Analysis of Video Recording in Accident Reconstruction. *Instytut Pojazdów Politechniki Warszawskiej*, no. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1318556/v1>.
17. Aymen Fadhil Abbas, Usman Ullah Sheikh, Fahad Taha Al-Dhief. (2021). A comprehensive review of vehicle detection using computer vision. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 19(3): 838-850. DOI:10.12928/TELKOMNIKA.v19i3.12880.
18. Jin J. et al. Development of a Dual-Sensor Fusion System for Vehicle Speed Measurement

in Accident Reconstructed. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 22, no. 3, pp. 1449- 1458, 2021 DOI: 10.1109/TITS.2020.3043820.

19. Batista M. C. et al. Analyzing the Reconstruction of a Traffic Accident Using Videogrammetry and 3D Scanning Techniques. *Journal of Forensic Sciences*, vol. 66, no. 2, pp. 759-765, 2021. DOI: 10.1111/1556-4029.14698.

**Рябушенко Олександр Васильович** – к.т.н., доцент кафедри організації та безпеки дорожнього руху Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, e-mail: riabushenko79@ukr.net.

**Данець Сергій Віталійович** – к.т.н., перший заступник директора Харківського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України, e-mail: danez@ukr.net.

**Ryabushenko Oleksandr Vasyliovych** – PhD. in Eng., associate professor of the Department of Traffic Management and Road Safety of Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: riabushenko79@ukr.net.

**Danets Sergey Vitalyevich** – Ph.D. in Eng., First deputy director of Kharkiv State Research and Forensic Science Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

УДК 65; 629.017:629.083

Сакно О. П., к.т.н., доц.; Сакно О. Р.; Чечельницький А. С.

## АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВАНТАЖУ НА ТРАНСПОРТІ

*Проаналізовані дані щодо забезпечення безпеки вантажу на транспорті. Проблеми безпеки вантажу в країнах визначено на державному рівні. Для більш високого ступеня збереження вантажу застосовуються спеціальні заходи, що визначають безпеку вантажу.*

*Analyzed data on ensuring the safety of cargo in transport. Problems of cargo safety in countries are determined at the state level. For a higher degree of cargo preservation, special measures are applied that determine the safety of the cargo.*

**Актуальність.** Перевезення вантажу здійснюється згідно з договором перевезення вантажу, що є основним документом появи зобов'язань між суб'єктами перевезення та фактом регулювання відносин суб'єктів. Вантажі кожного найменування мають властиві лише їм фізико-хімічні властивості, об'ємно-масові характеристики та рівень небезпеки, що визначають технічні умови перевезень. У комплексі з параметрами тари та упаковки специфічні властивості вантажу становлять поняття «транспортна характеристика вантажу».

Таким чином, транспортна характеристика вантажу визначає режими перевезення, перевантаження та зберігання, а також вимоги до технічних засобів виконання цих операцій.

**Мета.** Проаналізувати заходи забезпечення безпеки вантажу на транспорті.

**Основний матеріал.** Транспортні характеристики використовують при вирішенні завдань раціоналізації перевізного процесу: вибір типу рухомого складу (РС), вантажно-розвантажувальних механізмів та пристроїв (ВРМ), складського обладнання, засобів пакування вантажів, розробка умов їх перевезення тощо.

Сукупність конкретних якісних та кількісних показників транспортної характеристики вантажу називається транспортним станом вантажу.

Збереження вантажу та безпека його транспортування забезпечується, якщо вантаж пред'являється до перевезення у транспортабельному стані [1].

При перевезенні вантажів особливу увагу приділяють його транспортабельності.

Вимоги транспортабельності передбачають забезпечення перевезення вантажу без пошкоджень та втрат, ефективне використання транспортних засобів, виробництво вантажно-розвантажувальних та складських робіт та всього комплексу операцій, пов'язаних з його переміщенням від відправника до отримувача. Вантаж є транспортабельним, якщо:

- перебуває у кондиційному стані;
- відповідає вимогам стандартів та умовам перевезення;
- має справні тару, упаковку, пломби, замки, контрольні стрічки та належне маркування;
- надійно захищений від несприятливого зовнішнього впливу;
- не має інших ознак, що свідчать про його псування.

Будь-який вантаж має властивість збереження. Збереженість вантажу – це властивість об'єктів, що перевозяться, зберігати справний і працездатний стан протягом і після транспортування [5]. Для більш високого ступеня збереження вантажу застосовуються спеціальні заходи, що визначають безпеку вантажу.

Збереження вантажів під час перевезень – забезпечення доставки вантажів від відправника до одержувача без погіршення якості та кількості, зазначеному в перевізних документах (з урахуванням норм природних втрат) [6]. За весь час існування транспорту та використання його для транспортування вантажу, незалежно від виду транспорту, однією з пріоритетних проблем є незбереження вантажу.

Поняття «якість» застосовується як до матеріальної продукції галузей виробництва, до транспортних виробничих процесів [7].

Існуючий Стандарт ISO 9000:

–показники своєчасності виконання перевезення (перевезення вантажу до призначеного терміну, регулярність прибуття вантажу, терміновість перевезення вантажу);

–показники збереження вантажів, що перевозяться (без втрат, пошкоджень, зникнення, забруднення);

–економічні показники (відсоток транспортних витрат у собівартості продукції) [8].

Збереження вантажу в період перевезення виступає не стільки зобов'язання, яке лягає на перевізника, згідно з договором перевезення, що є умовою самого процесу перевезення.

Дослідження проблеми якості послуг показує, що можна виділити кілька факторів, що характеризують розбіжність думок щодо якості споживачів та виробників послуг, однією з яких є: неправильне сприйняття споживчих очікувань. Керівництво організації який завжди правильно уявляє, чого хочуть споживачі чи як оцінюють компоненти послуги. Так, перевізник може вважати, що клієнти судять про обслуговування, що надається, за термінами доставки, тоді як клієнтів більше цікавить збереження вантажів [8].

Проблеми безпеки вантажу у країнах визначено на державному рівні. У Німеччині питаннями транспорту займається Федеральне міністерство транспорту, будівництва та міського розвитку, що включає Федеральну службу з вантажних перевезень. Ця служба виконує ряд функцій у сфері різного виду транспорту, зокрема автомобільного. Однією з найважливіших завдань даної служби є безпека перевезень вантажу на автомобільному транспорті, що, своєю чергою, містить завдання забезпечення збереження вантажу при дорожній перевезенні. Крім того, ця служба щорічно публікує дані статистики, до яких також належить зареєстровані порушення, що ведуть до незбереження вантажів (рис 1).

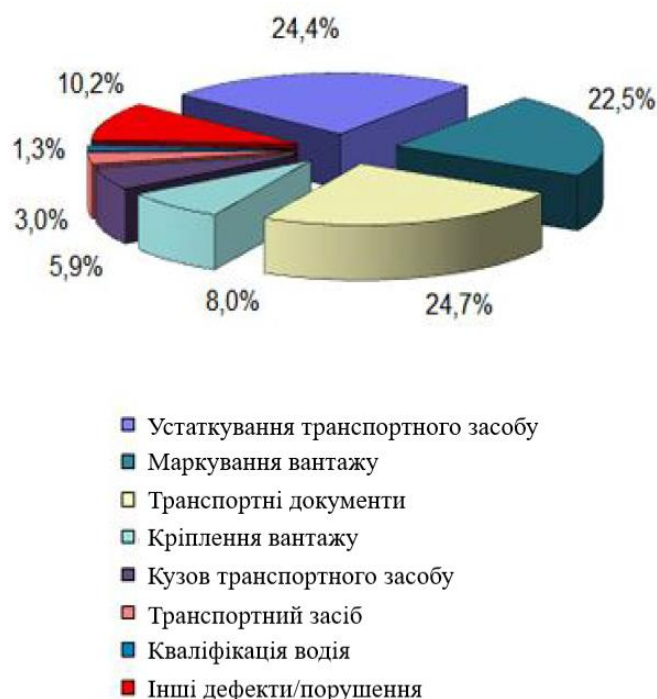


Рисунок 1 – Діаграма порушень перевізників у сфері безпеки вантажу

У США існує Міністерство транспорту США - центральний орган державної влади управління США у питанні транспорту на всіх його видах. До 2003 року до функцій Міністерства також входило забезпечення безпеки на транспорті. Як наслідок, у 2003 році Адміністрацію безпеки на транспорті було передано під управління Міністерства внутрішньої безпеки США. До завдань адміністрації безпеки на транспорті також входить контроль рівня



незбереження вантажів на автомобільному транспорті та забезпечення безпеки вантажу при дорожньому перевезенні.

У Франції, Міністерство екології, сталого розвитку, транспорту та житлового будівництва Франції – відповідає за державну екологічну політику (збереження біорізноманіття, клімату згідно з додатками Кіотського протоколу, екологічний контроль галузей тощо), транспорту (повітряний, автомобільний, залізничний та морський), моря та житлової політики. В галузі транспортної безпеки ведеться статистичний збір даних від суб'єктів в обов'язковому порядку за встановленою формою. Дане Міністерство здійснює діяльність у рамках безпеки транспорту, спрямовану на застосування європейських стандартів у галузі безпеки вантажу, та контроль у забезпеченні їх застосування суб'єктами, що здійснюють дорожні перевезення.

У Великобританії Міністерство транспорту Великої Британії відповідає за транспортну мережу Великої Британії та її безпеку. Міністерство перебуває у віданні державного секретаря з питань транспорту. І забезпечує, з погляду безпеки вантажу, виконання законодавства у сфері безпеки транспорту.

Таким чином, нормативно-правова база забезпечує впровадження заходів щодо забезпечення безпеки вантажу на автотранспорті.

### Список літературних джерел

1. Бичківський Р. В. та ін. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. Підручник. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004.
2. Шаповал М.І. Менеджмент якості: Підручник – К.: Т-во «Знання» КОО, 2001. – 475 с.
3. ДСТУ ISO 9000:2007 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2005, IDT). Чинний від 01.01.2008. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 28 с.
4. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація. Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006
5. Боженко Л., Гутта О.Й. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції. Навч. посібник. – Львів, 2001. – 176 с.
6. ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення. – Чин. від 01.01.1996. – К.: Держстандарт України, 1995. – 25 с
7. Міхеєва О. М. Управління якістю: підручник / О. М. Міхеєва, М. В. Сероштан. — К.: Дашко и КО, 2013. — 708 с
8. Ризики у транспортних процесах : навч. посібник / І. О. Ткаченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 114 с.

**Сакно Ольга Петрівна** - к.т.н., доцент, викладач ВСП “Дніпровський фаховий коледж інженерії та педагогіки ДВНЗ УДХТУ”, e-mail: [sakno-olga@ukr.net](mailto:sakno-olga@ukr.net)

**Сакно Олена Русланівна** – студентка 1-го курсу, гр. 274-22-1, НТУ "Дніпровська політехніка"

**Чечельницький Артем Сергійович** – студент 3-го курсу, гр. ТТ-20-1п, ВСП “Дніпровський фаховий коледж інженерії та педагогіки ДВНЗ УДХТУ”

**Olha Sakno** - candidate of technical sciences, associate professor, teacher of VSP "Dniprovsk Vocational College of Engineering and Pedagogy of State Higher Secondary School of Ukraine UDHTU", e-mail: [sakno-olga@ukr.net](mailto:sakno-olga@ukr.net)

**Olena Sakno** - 1st year student, city of 274-22-1, NTU "Dniprovsk Polytechnic"

**Chechelnytskyi Artem** - 3rd year student, city of ТТ-20-1p, VSP "Dniprovsk Vocational College of Engineering and Pedagogy of the State Higher Secondary School of the Ukrainian Technical University of Ukraine"

УДК 621.436

Свіргун А. В.; Макаров В. А., д.т.н., проф.

## ДО АСПЕКТУ АНАЛІЗУ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ЗМІНИ СТРУКТУРИ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

*Сформовано структурні схеми традиційного та альтернативного автомобіля. Виконано зрівняльний аналіз збурюючого впливу означених колісних транспортних засобів на довкілля. Перспективною зміною в структурі колісного транспортного засобу є використання електромобілів та інтелектуальних шин.*

*The structural diagrams of the traditional and alternative car have been created. A comparative analysis of the disruptive effect of the specified wheeled vehicles on the environment was performed. A promising change in the structure of wheeled vehicles is the use of electric vehicles and intelligent tires.*

**Вступ.** Після зміни напрямку розвитку автомобільної техніки економічно розвинутими країнами [1], що направлений на досягнення мобільності перевезень за підтримки електромобілів [2], структура традиційних колісних транспортних засобів (КТЗ) має бути суттєво іншою. Стають зовсім непотрібними раніше головні певні автомобільні системи, компоненти, елементи тощо. Навпаки, інші складові частини КТЗ, що “пасли задніх” стають натепер готовими виконувати основні ролі в забезпеченні працездатності автомобіля, без мобільності якого не можуть дієво функціонувати господарства та суспільства планети.

Проблемою є віддзеркалення сутності зміни структури традиційного автомобіля на варіанти конструкції перспективного КТЗ за гіпотезами сьогодення.

**Мета дослідження** – аналіз можливого сценарію результатів зміни структури КТЗ щодо забезпечення прогресу Землі при одночасному зниженні негативного впливу автомобіля на її мешканців та природу.

**Результати дослідження.** Здійснено формування традиційної структурної схеми легкового автомобіля (ЛА) з теперішніми пневматичними шинами. Схема візуалізована на рис. 1. Відображення кузова (К) візуалізовано на рисунку по зовнішньому контуру бічного виду автомобіля, який представлений у вигляді основної лінії, розгорнутої зовні за периметром КТЗ. Означена лінія символізує силове поле в місцях, де кузов є опорою та підтримує всі інші системи, підсистеми, компоненти тощо.

В силовому полі контакту (ПК) еластичного рушія з поверхнею дороги формуються динамічні сили: тягова ( $F_T$ ), гальмівна ( $F_G$ ), бічна ( $F_B$ ). В результаті наведених вище дій створено можливість для виконання зрівняльного аналізу рівня перспективності прогресу зміни окремих складових частин отриманого зображення теперішньої інтегральної системи (рис. 1) з прогнозуємими майбутніми аналогами.

В якості можливого альтернативного варіанту, розглянутій вище структурі теперішнього автомобіля з ДВЗ та традиційними пневматичними шинами, розглянуто бічний вид схеми легкового електромобіля з підтримкою інтелектуальних шин (Рис.2). Він має вбудовані в 2 ведучих передніх колеса електродвигуни (ЕД), що призначені для створення певних силових полів в контактах означених 2-х еластичних рушіїв з дорогою. На рисунку наведені сили ( $F_T$ ,  $F_G$ ,  $F_B$ ), які діють між еластичними рушіями КТЗ і опорною поверхнею дороги та обумовлюють динамічний стійкий рух автомобіля, його поворотність й маневреність.

Змінювати структуру автомобіля можна за різними напрямками. Виробниками електромобілів пропонуються наступні конфігурації трансмісії, де привод виконується з допомогою: одного електродвигуна (ЕД) або одного електродвигуна – генератора в центральній трансмісії; декількох електродвигунів, які вбудовані в маточини коліс.

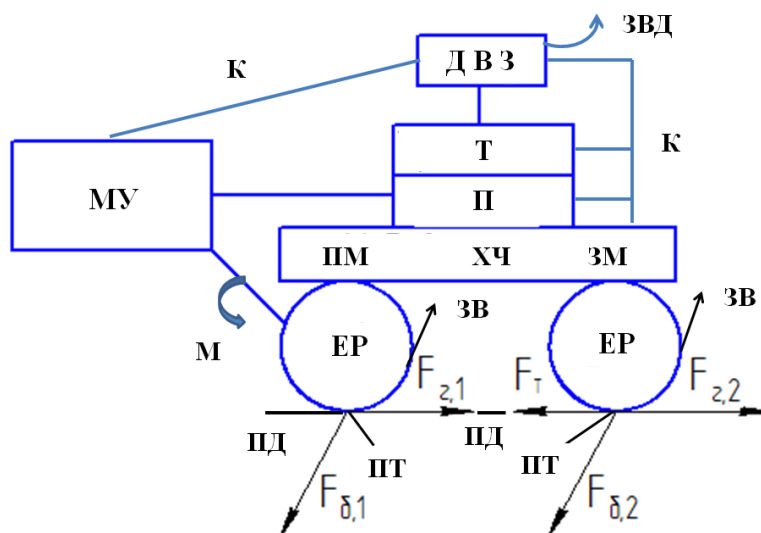


Рисунок 1 – Мнемосхема щодо відображення автомобільної системи теперішнього ЛА, що необхідна для функціонування еластичного рушія КТЗ, куди приєднаний фрагмент підсистеми силової взаємодії шини з дорогою, яка забезпечує рух автомобіля: ЕР – еластичний рушій; ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння; Т – трансмісія; П – підвіска; МУ – механізми управління (кермове управління, гальмівна система); ПМ – передній міст; ХЧ - ходова частина; ЗМ – задній міст; М – момент керівний; ЗВ – зона викидів в довкілля продуктів зносу та руйнування шини і дороги; К – кузов легкового автомобіля, периметр якого на рисунку розвернуто в комбіновану лінію (в межах силового поля К в структурі КТЗ); ПД – поверхня дороги; ПТ – поле тертя

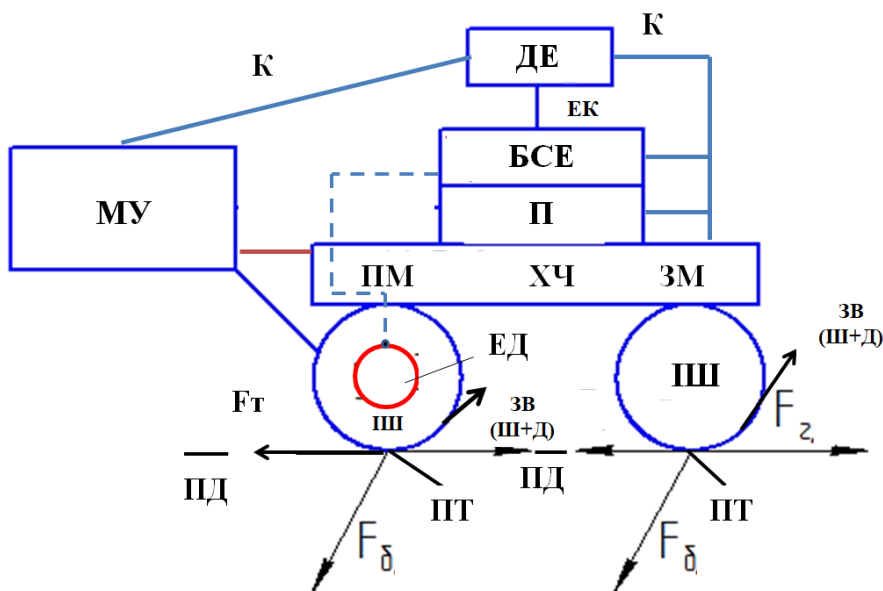


Рисунок 2 – Мнемосхема альтернативного легкового електромобіля з електричною трансмісією та інтелектуальними шинами:

МУ- механізми управління (гальмівний,кермовий); ДЕ – джерело електроенергії; ЕК – електричні комунікації; БСЕ – блок силової електроніки; ЕД – електричний двигун; ІШ – інтелектуальна шина; ЗВ (Ш+Д) збурюючі викиди шин та дороги

Для аналізу вибраний варіант, коли 2 електродвигуни вмонтовано в маточини передніх коліс (передній привід). Для такої структури є суттєві переваги - не потрібні приводні вали та диференціал. Але існує також сукупність недоліків: підвищена невіднесена маса; потрібна

інша конфігурація автомобіля; складна система управління електродвигунами (2 ЕД повинні працювати синхронно); на тепер все ще потрібна система, що містить також гідравлічну гальмівну систему; простір для вбудовування колісного двигуна є невеликим.

Після формування двох варіантів схем загальних систем ЛА, що представлені вище, проведений аналіз структур автомобілів. Він був розпочатий зі зрівняння еластичних рушіїв (ЕР) традиційного і альтернативного варіантів КТЗ. Сучасна шина є лабораторією, де формується силове поле щодо взаємодії еластичного колеса з опорною поверхнею [3]. Структура означеного рушія є композитною, що містить сукупність елементів значуще різних за властивостями, які разом конче потрібні для динамічного обертання колеса в потужному силовому полі системи “Шина – Дорога”.

З початку ХХ – сторіччя провідні шинні заводи почали інтенсивно розвивати інтелектуальні еластичні рушії [4]. Вони не заповнюються стисненим повітрям, що суттєво зменшує імовірність виникнення тяжких ДТП (при раптовому миттєвому руйнуванні міцнісних компонентів оболонки). Інтелектуальні шини (ІШ) мають сукупність різних датчиків, що вимірюють наступне: зчеплення з поверхнею дороги, опір коченню колеса, знос протектора тощо. ІШ з вбудованим в боковину ісландським мохом, можуть переробляти шкідливі речовини з навколишнього повітря в кисень для мешканців міста (шляхом фотосинтезу). Однакові за структурою ЕР у вигляді ІШ будуть корисними як для КТЗ з електричним двигуном так і з ДВЗ.

**Висновок.** Принципово однаковим є життєвий цикл шин як на традиційному так і на альтернативному ЛА. Особливості зносу протектору та інших змін технічного стану ЕР на електромобілі необхідно дослідити в подальшій роботі. Але інтенсивні викиди шкідливих і токсичних речовин в довкілля з зони тертя системи “Колісо – Дорога”, є характерними для будь – яких дорожніх колісних транспортних засобів з еластичними рушіями. Використання електромобіля замість КТЗ з двигуном внутрішнього згоряння є доцільним тому, що значуще підвищується ККД двигуна і зовсім будуть відсутні його шкідливі викиди в довкілля, а також ціла низка відмов його систем (біля 60 -ти відсотків відмов автомобіля).

### Список літературних джерел

1. Ruth Blanck, Johanna Kresin, Stefan Klinski Umweltrecht an der HWR Berlin Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und internationale Beispiele. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-reformbedarf-der>.
2. Anton Karte Elektromobilität Grundlagen und Praxis 3., aktualisierte Auflage. ca. 230 Seiten.
3. Поліпшення курсової стійкості руху легкового автомобіля за підтримки еластичних рушіїв : монографія / Макаров В.А., Макарова Т.В., Борисюк Д.В., Вдовиченко О.В. Вінниця: ВНТУ, 2022. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/697>.
4. Intelligente Reifen – Schon bald Realität? / S. Wolfsried, B. Breuer, T. Becherer [und andere] // ATZ. 1999. № 10. S. 772 – 773.

**Свіргун Андрій Володимирович** – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [svirhyn@gmail.com](mailto:svirhyn@gmail.com).

**Макаров Володимир Андрійович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [makarov@vntu.edu.ua](mailto:makarov@vntu.edu.ua).

**Svirgun Andriy** – graduate student of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [svirhyn@gmail.com](mailto:svirhyn@gmail.com).

**Makarov Volodymyr** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [makarov@vntu.edu.ua](mailto:makarov@vntu.edu.ua).

УДК 629.083

Сергеев Д. С.; Бурняшев М. В.; Місько А. С.; Хомутов Ю. В.; Назаров О. І., к.т.н., доц.

## ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ГАЛЬМІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ У ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД

*Розглянуто прогнозну оцінку гальмівних властивостей експлуатованих легкових автомобілів, яку можна надати за зміною середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили автомобіля, та його впливу на експлуатаційні властивості автомобілів, що визначають безпеку руху.*

*The article considers a predictive assessment of the braking properties of operated passenger cars, which can be given by a change in the average coefficient of the specific braking force of a car, and its influence on the operational properties of cars that determine traffic safety.*

**Вступ.** Відомо [1, 2], що ефективність гальмування є одним із показників, який характеризує здатність автомобіля зберігати заданий закон руху під час гальмування за різних експлуатаційних умов, що визначається як характером зчепних властивостей коліс із дорогою, так і можливостями гальмівної системи для реалізації цих властивостей.

Оскільки умови експлуатації легкових автомобілів істотно впливають на гальмівні властивості, то з метою прогнозування необхідної ефективності гальмування необхідно враховувати їхню зміну в період експлуатації.

Такого роду завдання можуть бути успішно вирішені прогнозуванням гальмівних властивостей легкового автомобіля на основі імітаційного моделювання процесу руху під час гальмування. При цьому використовується відповідна класифікація умов експлуатації [2].

**Результати дослідження.** Стрімкий ріст парку експлуатованих легкових автомобілів на території України, котрий за станом на 2022 р. налічує близько 6,9 млн. одиниць, а також прогнозоване покращення їх тягово-швидкісних характеристик веде до безупинного зростання інтенсивності й швидкості руху та вимагає посилення вимог до безпеки їх використання [3].

Це може бути досягнуто за рахунок низки заходів, в тому числі забезпечення мінімально допустимої дистанції між окремими транспортними засобами, що рухаються в єдиному потоці [3].

Вирішення питання залежить, перш за все, від підтримання необхідної величини показників гальмівної ефективності на всьому періоді експлуатації, забезпеченої застосовуваними гальмівними системами на експлуатованих легкових автомобілях [4].

Це можливо за умови реалізації більш стабільної величини уповільнення під час виконання гальмувань сучасних легкових автомобілів, у тому числі електрокарів та гібридів, в певних експлуатаційних умовах за рахунок рекуперативного перетворення енергії гальмування [5, 6].

Відомо, що вимогами діючих як міжнародних, так і національних стандартів [2, 4], як необхідного критерію оцінки безпеки використання транспортних засобів, є забезпечення ефективності та стабільності функціонування всіх елементів його гальмівної системи при екстрених гальмуваннях.

У відомих літературних джерелах вказується, що фактори, які викликають зміну показників гальмівних властивостей легкових автомобілів, носять випадковий характер і визначаються їх конструктивними та експлуатаційними факторами. Найбільш важливими з них є значення коефіцієнта зчеплення шини з опорною поверхнею дороги, коефіцієнта розподілу гальмівних сил, положення центру мас і метacentру автомобіля, величина нормальних реакцій на колесах при гальмуванні в експлуатаційних умовах і особливості конструкції їх гальмівних систем.

Нижче подано емпіричні залежності, які можуть бути використані для прогнозування оцінки гальмівних властивостей легкових автомобілів в експлуатаційний період за питомою гальмівною силою за найпоширеніших електронних систем регулювання гальмівних сил, що використовуються в гальмівних системах сучасних легкових автомобілів:

- у разі електронного блоку керування

$$\gamma_{cp} = \frac{1}{z_{max}-z_{min}} \cdot \left( \frac{b}{h} \cdot \ln \left( 1 + \frac{h}{b} \cdot (\varphi_0 - z_{min}) \right) + \frac{a}{h} \cdot \ln \left( 1 + \frac{h}{a} \cdot (z_{max} - \varphi_0) \right) \right), \quad (1)$$

- за наявності гідромеханічних пристроїв, що обмежують приводний тиск

$$\gamma_{cp} = \frac{1}{z-z_{min}} \cdot \frac{b}{h} \cdot \left( \ln \left( \left[ 1 + \frac{h}{b} \cdot (\varphi_0 - z_{min}) \right] \cdot \frac{1-\frac{h}{L}\varphi_0}{1-\frac{h}{L}z_{max}} \right) + \varphi_0 \cdot \left( \frac{h}{b} - \frac{h}{L} \cdot \left( 1 + \frac{h}{b} \cdot \varphi_0 \right) \right) \cdot \ln \left[ \frac{z_{max}}{\varphi_0} \cdot \frac{1-\frac{h}{L}\varphi_0}{1-\frac{h}{L}z_{max}} \right] \right), \quad (2)$$

- за наявності гідромеханічних пристроїв, що збільшують приводний тиск

$$\gamma_{cp} = \frac{1}{z_{max}-z_{min}} \cdot \left( \frac{b}{h} \cdot \ln \left( 1 + \frac{h}{b} \cdot [(\varphi_0 - z_{min})] \cdot \frac{1+\frac{h}{b}z_{max}}{1+\frac{h}{b}\varphi_0} \right) + \frac{\frac{h}{b}\varphi_0 \cdot z_{max}}{1+\frac{h}{b}(\varphi_0+z_{max})} \cdot \ln \left[ \frac{\varphi_{max}}{\varphi_0} \cdot \frac{1+\frac{h}{b}z_{max}}{1+\frac{h}{b}\varphi_0} \right] \right), \quad (3)$$

де  $z_{min}=0,1$ ;  $z_{max}=0,8$  – обраний діапазон зміни коефіцієнта гальмування;

$\varphi_0$  - оптимальний коефіцієнт зчеплення (по Гредескулу А.Б.)

$$\varphi_0 = \frac{a \cdot z_{min} + b \cdot z_{max}}{L}, \quad (4)$$

$a, b, h$  – координати центра мас легкового автомобіля.

Розрахункові значення оптимального коефіцієнта зчеплення  $\varphi_0$  за класичною теорією, одержано за допомогою формули (4), подано у табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахункові значення оптимального коефіцієнта зчеплення

Автомобіль	Daewoo Lanos	Vida	Chevrolet Aveo	Forza
зі спорядженою масою	0,53	0,52	0,53	0,53
з повним навантаженням	0,47	0,48	0,47	0,49

У табл.2 – табл.4 наведено теоретичні значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили у залежності від коефіцієнта гальмування досліджуваних легкових автомобілів за різних систем регулювання гальмівних сил на осях.

При чому, у чисельнику вказано значення для автомобілів зі спорядженою масою, у знаменнику – з повним навантаженням.

Одержані теоретичні значення показують, яке найбільше значення ефективності гальмування та збереження стійкості руху легкового автомобіля може бути забезпечено за даних умов гальмування (коефіцієнт зчеплення).

Аналіз одержаних даних (табл.2 – табл.4) показує, що використання в гальмівних системах експлуатованих легкових автомобілів пристроїв, що обмежують гальмівну силу на задній осі, прогнозований середній коефіцієнт питомої гальмівної сили перебуває в межах 92-96%, досягаючи максимального значення за  $z=0,4-0,5$ .

Тоді, як за використання в гальмівних системах експлуатованих легкових автомобілів пристроїв, що редукують гальмівну силу на задній осі, прогнозований середній коефіцієнт

питомої гальмівної сили дещо більший та коливається в межах 95-97%, досягаючи максимального значення за умови  $z=0,4-0,5$ .

Таблиця 2 – Розрахункові значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили Lanos

Система регулювання гальмівних сил	Розрахункова залежність	Значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили для коефіцієнта гальмування							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Електронний блок керування	(1)	0,07	0,25	0,40	0,53	0,64	0,74	0,82	0,89
		0,06	0,23	0,38	0,51	0,63	0,73	0,82	0,91
за наявності пристроїв, що обмежують приводний тиск	(2)	0,80	0,89	0,93	0,95	0,95	0,94	0,92	0,89
		0,71	0,82	0,89	0,92	0,94	0,94	0,93	0,91
за наявності пристроїв, що змінюють приводний тиск	(3)	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,93	0,92	0,89
		0,89	0,92	0,94	0,95	0,95	0,94	0,93	0,90

Таблиця 3 – Розрахункові значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили Vida

Система регулювання гальмівних сил	Розрахункова залежність	Значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили для коефіцієнта гальмування							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Електронний блок керування	(1)	0,07	0,26	0,41	0,54	0,65	0,74	0,82	0,88
		0,06	0,24	0,39	0,52	0,63	0,73	0,82	0,90
за наявності пристроїв, що обмежують приводний тиск	(2)	0,79	0,88	0,92	0,94	0,95	0,93	0,91	0,88
		0,73	0,83	0,89	0,93	0,94	0,94	0,93	0,90
за наявності пристроїв, що змінюють приводний тиск	(3)	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,92	0,91	0,88
		0,89	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,90

Таблиця 4 – Розрахункові значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили Forza

Система регулювання гальмівних сил	Розрахункова залежність	Значення середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили для коефіцієнта гальмування							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Електронний блок керування	(1)	0,075	0,26	0,41	0,54	0,65	0,74	0,81	0,89
		0,066	0,24	0,39	0,52	0,63	0,73	0,82	0,90
за наявності пристроїв, що обмежують приводний тиск	(2)	0,81	0,89	0,93	0,95	0,95	0,94	0,91	0,89
		0,72	0,82	0,89	0,92	0,94	0,94	0,92	0,90
за наявності пристроїв, що змінюють приводний тиск	(3)	0,83	0,87	0,89	0,92	0,92	0,92	0,91	0,89
		0,89	0,92	0,93	0,94	0,93	0,94	0,92	0,90

Таким чином, у разі використання в гальмівних системах експлуатованих легкових автомобілів електронних систем найбільше значення прогнозованого середнього коефіцієнта питомої гальмівної сили досягає меж 88-91% та спостерігається при  $z=0,8$ .

### Список використаних джерел

1. Назаров О.І. Підвищення безпеки руху легкових автомобілів вітчизняного виробництва, що знаходяться в експлуатації / Назаров О.І., Назаров В.І., Назаров І.О. // Вісник СевНТУ. – Севастополь, 2013. - №142. – С. 11-14.
2. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, N, і O стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН N 13-09:2000, IDT): ДСТУ UN/ECE R 13-09-2002. – [Чинний від 01.07.2005]. – Офіц. вид. – (Державний стандарт України).
3. Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.11 «Автомобільні шляхи та аеродроми» / Н.В. Ярещенко. – Харків, 1999. – 16 с.
4. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649-2010. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 26 с. – (Національний стандарт України).
5. Cooperative regenerative braking control algorithm for an automatic-transmission-based hybrid electric vehicle during a downshift / [C. Jo, J. Ko, H. Yeo, T. Yeo, S. Hwang, H. Kim] // Journal of automobile engineering. – 2012. – vol. 226. – no. 4. – pp. 457–467.
6. M. Shang, L. Chu, J. Guo, Y. Fang, F. Zhou Braking force dynamic coordinated control for hybrid electric vehicles // Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Advanced Computer Control (ICACC '10), vol. 4, pp. 411–416, Shenyang, China, March 2010.

**Сергеев Дмитро Сергійович** – студент групи А-36т1-20, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: dimka890007@gmail.com.

**Бурняшев Микита Віталійович** – студент групи А-42-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: Burniashev@gmail.com.

**Місько Аким Сергійович** – студент групи А-42-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: Misko@gmail.com.

**Хомутов Юрій Володимирович** – студент групи А-42-19, автомобільний факультет, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: Khomutov@gmail.com.

**Назаров Олександр Іванович** – к.т.н., доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: hefer64@ukr.net.

**Sergeev Dmytro** - student of group A-36t1-20, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: dimka890007@gmail.com.

**Burniashev Mykyta** - student of group A-42-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: Burniashev@gmail.com.

**Misko Akim** - student of group A-42-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: Misko@gmail.com.

**Khomutov Yurii** - student of group A-42-19, Faculty of Automotive Engineering, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: Khomutov@gmail.com.

**Nazarov Aleksandr** - PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, Kharkov National Automobile and Highway University, e-mail: hefer64@ukr.net.



УДК 629.113

Скляров М. В., к.т.н., доц.; Кашканов В. А., к.т.н., доц.

## МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ ГАЛЬМОВОГО ПРИВОДУ ЦИВІЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА БРОНЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ І НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

*Розглянуто методику теоретичного моделювання гідравлічних підсилювачів гідравлічного гальмівного приводу автотранспортних засобів як цивільних автомобілів так і легких броньованих автомобілів силових структур та Збройних Сил України.*

*The method of theoretical modeling of hydraulic amplifiers of the hydraulic brake drive of motor vehicles, both civilian cars and light armored vehicles of the security forces and the Armed Forces of Ukraine, is considered.*

**Вступ.** Відомо, що ефективним способом покращення гальмівних можливостей автомобіля є використання підсилювачів гальм. Аналіз статистичних даних підтверджує переважний вплив гальмівних систем на кількість ДТП. Окрім цивільних автомобілів, військові броньовані автомобілі рухаються при виконанні службово-бойових завдань (СБЗ) з достатньо високою швидкістю, тому при екстремому гальмуванні, яке може бути використано, при бойовій експлуатації достатньо часто, особливу увагу слід приділяти забезпеченню гальмової ефективності. Яка на пряму залежить від використання в гідравлічних гальмових приводах підсилювачів гальм.

Оскільки на більшості автомобільній бронетехніки Національної гвардії України (НГУ), та Збройних Сил України (ЗСУ), переважно встановлюються дизельні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ), то зникає можливість отримання розрідження для вакуумних підсилювачів гальм, без використання додаткових елементів. Таких як вакуумний насос. Що в свою чергу збільшує кількісну базу елементів гідравлічного гальмового приводу. Тому доцільно використовувати на такій автомобільній техніці гідравлічні підсилювачі гальмового приводу, які можуть отримувати додаткову енергію рідини від електрогідравлічного підсилювача кермового керування, який встановлений на даному типі бронеавтомобілів.

Аналіз вимог до гальмівних систем з метою їх удосконалення дозволяє визначити нові підходи до розробки вузлів гальмівної системи з гідроприводом, зокрема гідравлічних підсилювачів гальм (ГПГ).

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** У сучасних автомобільних гідроприводах переважно застосовуються вакуумні підсилювачі гальм (ВПГ), рідше застосовуються ГПГ. Зумовлено це можливістю використання джерел енергії: перепаду атмосферного тиску та розрідження чи примусового тиску рідини. Можливо, що при активному використанні антиблокувальних систем автомобільних гальмівних гідроприводів і електрогідравлічних систем ГПГ будуть використовуватися більш активно. На сучасних легких броньованих автомобілях НГУ та ЗСУ закордонного виробництва, або розроблених в Україні, таких як «КрАЗ-Кугуар», «КрАЗ-Спартан», «ВАРТА», «Дозор-Б», «Новатор», «Козак-2М», «НММВВ», за рахунок використання дизельних двигунів та електрогідравлічних підсилювачів рульового управління, виникає необхідність у встановленні додаткового вузла, вакуумного насоса, для отримання розрідження, необхідного для роботи ВПГ, а при використанні ГПГ в якості додаткового джерела енергії використовується штатна гідравлічна система підсилювача рульового управління, що дає можливість обходитися без додаткових елементів створення тиску рідини в ГПГ.

Питання дослідження ГПГ відображені у роботі [1 – 10], а узагальнені дані про створення ГПГ в роботах [11 – 14].

**Мета тез.** На прикладі гідравлічної гальмівної системи виявити вплив ГПГ на процес гальмування цивільних автомобілів та броньованих автомобілів ЗСУ і НГУ. Для вдосконалення існуючих конструкцій та створення нових підсилювачів необхідна методика теоретичних досліджень, що дозволяє отримати якісну та кількісну оцінку взаємозв'язку структурних складових підсилювачів та їх елементів.

**Виклад основного матеріалу.** В процесі розробки конструкцій підсилювачів виникають проблеми, пов'язані із взаємним впливом різних частин підсилювача на його робочий процес.

Тому на етапі проектування необхідна оцінка функціональних зв'язків в підсилювачах та їхній вплив на робочі характеристики.

Для цього потрібно:

- визначення загальної структури підсилювачів;
- аналіз особливостей робочих процесів у підсилювачах залежно від їхньої конструкції;
- розробка функціонального взаємодії елементів в структурних складових підсилювачів;
- створення схем і методик моделювання;
- виконання моделювання та оцінка теоретичних результатів на основі адекватності по відношенню до існуючих конструкцій;
- у разі потреби виконання коригування вже існуючих моделей ГПГ.

Метою даної роботи є розгляд рішення перших чотирьох перерахованих вище завдань.

Аналіз існуючих конструкцій підсилювачів у гідроприводі гальм [1 – 14] дозволив сформулювати їхню узагальнену структуру, рис. 1.

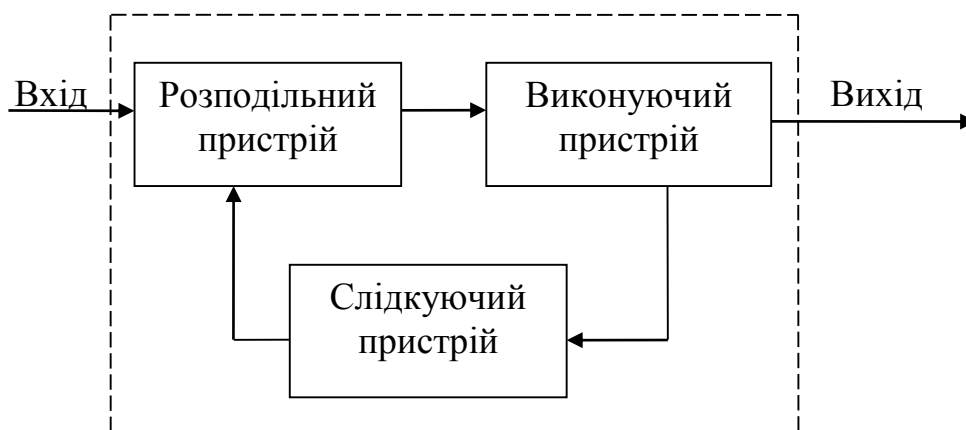


Рисунок 1 – Узагальнена структура підсилювачів гідравлічного гальмівного приводу

Кожна структурна складова підсилювачів включає набір різних елементів, що забезпечують різні функції робочого процесу.

Варіант типової конструкції ГПГ представлено на рис. 2.

Суттєву роль організації робочого процесу виконує розподільний пристрій золотникового типу. Значною мірою робота розподільного пристрою залежить від взаємодії з іншими елементами.

Насамперед, це відноситься до слідкуючої дії, що забезпечує пропорційність між входом і виходом.

Взаємодія розподільного, слідкуючого та виконавчого пристроїв та їх елементів необхідно розглядати виходячи з об'єднання силовими та кінематичними зв'язками у стані рівноваги.

В вихідній блок-схемі (рис. 4) позначені:

X – переміщення штовхача (золотника);

- $Y$  – переміщення поршня (штока);  
 $Z$  – відносне переміщення поршня (гільзи) та золотника;  
 $F_Y$  – зусилля на поршні;  
 $m_{\Pi}$  – маса поршня;  
 $A_{\Pi}$  – площа поршня;  
 $f_{\Pi}$  – коефіцієнт демпфування поршня;  
 $C_{\Pi}$  – жорсткість зворотної пружини поршня;  
 $K_E$  – коефіцієнт який враховує стиск рідини;  
 $K_{Qz}$  – коефіцієнт дрослювання по витраті рідини;  
 $K_{Qp}$  – коефіцієнт ковзання по витраті рідини;  
 $S = \frac{d}{dt}$  – оператор Лапласа.

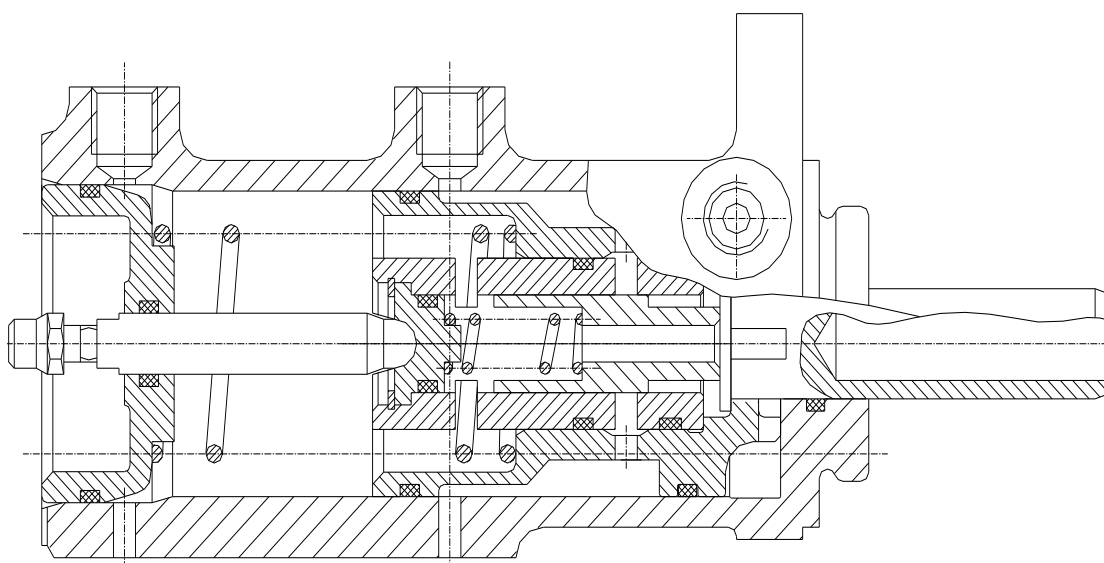


Рисунок 2 – Типова конструкція ГПГ гідравлічного гальмового приводу

Фізична модель (схема) гідропідсилювача (рис. 2) представлено на рисунку 3.

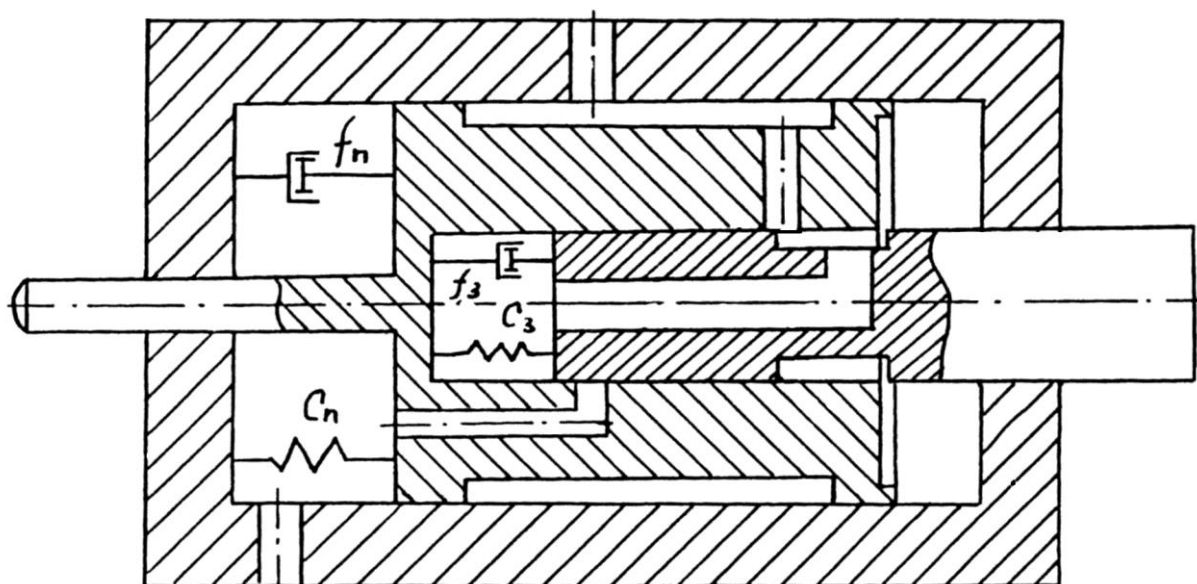


Рисунок 3 – Схема гідравлічного підсилювача гальм

Вихідна структурна блок-схема моделі гідропідсилювача наведена на рисунку 4.

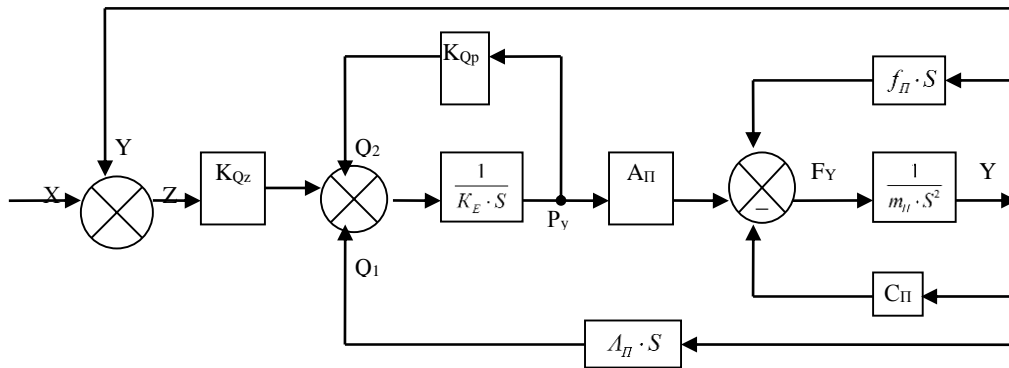


Рисунок 4 – Вихідна блок-схема моделі ГПГ

Динамічний стан ГПГ описується системою рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} F_Y - m_{\Pi} \cdot \frac{dy^2}{dt^2} - f_{\Pi} \cdot \frac{dy}{dt} - C_{\Pi} \cdot Y &= 0 \\ K_{Qx} \cdot X - K_{Qp} \cdot p - A_{\Pi} \cdot \frac{dy}{dt} - K_E \cdot \frac{dp}{dt} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

або

$$\left. \begin{aligned} F_Y - m_{\Pi} \cdot S^2 - f_{\Pi} \cdot S - C_{\Pi} \cdot Y &= 0 \\ K_{Qx} \cdot X - K_{Qp} \cdot p - A_{\Pi} \cdot S - K_E \cdot \frac{dp}{dt} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

Площі робочих вікон золотникового розподільника впливають на рівень насичення за витратою та тиском, які у свою чергу впливають на динамічні властивості підсилювача.

При необхідності розгляду взаємозв'язку між зусиллям на вході та переміщенням на виході гідропідсилювача в блок-схемі (рис. 4) вводиться моделювання динамічного стану золотника.

**Висновки.** Розглянуті методики моделювання гідравлічного гальмівного приводу із застосуванням ГПГ, дозволяють на етапі проектування теоретично досліджувати взаємодію складових та вплив їх параметрів на роботу підсилювачів, які встановлюються в гідравлічних гальмових системах як цивільних автомобілів так і легких броньованих автомобілів ЗСУ і НГУ.

#### Список використаних джерел

1. Савин Н.М., Годун И.И. Силовые параметры процесса срабатывания гидравлического тормозного привода автомобиля. // Труды Новочеркасского политехнического института. 1968, том 183.
2. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. – М.: Машгиз, – 239 с. 1963.
3. Бухарин Н.А. О требованиях к тормозным свойствам автомобилей. // Автомобильная промышленность. – №4. – С. 9-10. 1963.
4. Беленький Ю.Б. О требованиях к тормозным свойствам автомобилей. // Автомобильная промышленность. – №5. – С. 26. 1963.
5. Limper Rudolf. A Critical Review of Federal Motor Vehicle Safety Standart 105. SAE prepr. 1976, № 760217.
6. Мащенко А.Ф. Тормозная система автомобиля. – М.: Высшая школа, - 135 с. 1972.
7. Юрчевский А.А., Саватаев И.Г. Моделирование неустановившегося рабочего процесса системы гидровакуумный усилитель – автомобиль в процессе автоматического торможения // Труды МАДИ. – М.: – вып. 161. 1978

8. Юрчевский А.А., Савватаев И.Г. Некоторые результаты исследования реакции усилителя тормозного привода автомобиля // Труды МАДИ. – М.: – вып. 161. 1978
9. Fazekas G.A. Brake torque. “Automobile Ingeneer”. 1951, №5, pp. 185-191
10. Fischer D.K. Brake System Components Dynamic Performance. Measurement and Analysis. International automobile safety conference – 13-th FISITA technical Congress. Brussel 1970 (Papers) may 13 ... 15, New York, SAE, 1319 p.
11. В.Н. Скляр, Н.В. Скляр Методика моделирования усилителей гидравлического тормозного привода. Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов ХНАДУ №29, Харьков 2011. – с. 105-110.
12. Патент Японії №46-100347 кл. 54 В 47.
13. Патент UA №113059 Україна. МПК В60Т1/00 В60Т11/00. Гідропідсилювач гальм (UA); заявл. 23.06.2016; опубл. 10.01.2017.
14. Скляр В.Н. Исследование и разработка гидроусилителя автомобильного тормозного привода. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Харьков, 1983. – 238с.

**Скляр Микола Вячеславович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автобронетанкової техніки, Національна академія Національної гвардії України, e-mail: nvsrklyarov@ukr.net

**Кашканов Віталій Альбертович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash\_2004@ukr.net

**Sklyarov Mikola** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Armored Vehicles, National Academy of the National Guard of Ukraine, e-mail: nvsrklyarov@ukr.net

**Kashkanov Vitaliy** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kash\_2004@ukr.net

УДК 621.432:629.331

Смирнов Є. В., к.т.н.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ НАДДУВУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

*В роботі розглянуто основні перспективні схеми гібридних систем наддуву автомобільних двигунів. Проаналізовано переваги та недоліки розглянутих схем, труднощі та можливості, які можуть мати місце при їх впровадженні.*

*The paper considers the main promising schemes of hybrid forced induction systems for automobile engines. The advantages and disadvantages of the considered schemes, difficulties and opportunities that may occur during their implementation are analyzed.*

Впровадження електричних автомобілів на сьогодні є одним з найперспективніших трендів розвитку автомобільного транспорту. Проте, аналізуючи проблеми та обмеження, що виникають при застосуванні електромобілів (наприклад при виконанні вантажних магістральних перевезень), можна зробити висновок, що використання двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) в якості силової установки все ще буде відігравати важливу роль протягом наступних кількох десятиліть. Враховуючи постійне підвищення вимог щодо ефективності і екологічності автомобілів, питання розвитку ДВЗ залишається актуальним.

Застосування наддуву дозволяє підвищити літрову потужність ДВЗ за рахунок збільшення кількості повітря, що поступає в циліндр. При цьому зниження робочого об'єму ДВЗ, покращення умов згорання палива, а також зниження втрат енергії з відпрацьованими газами в системах турбонаддуву, дозволяють знизити витрати палива та підвищити екологічність автомобілів. Тому розвиток використання систем наддуву в конструкції автомобільних ДВЗ став новою неминучою тенденцією в автомобільній промисловості.

Нагнітачі з механічним та електричним приводом, незалежно від типу, вимагають затрати частини потужності двигуна, і тому ефективність їх застосування невелика. Однак їх суттєвою перевагою є мала інерційність спрацьовування системи наддуву при зміні навантаження або частоти обертання двигуна, тому такі системи застосовуються там, де необхідна висока продуктивність двигуна. Найбільш ефективним є газотурбінний наддув. У цих системах для приводу компресора використовується енергія відпрацьованих газів, яка завдяки турбіні турбокомпресора перетворюється в механічну енергію обертання ротора турбокомпресора. При застосуванні газотурбінного наддуву досягаються найкращі показники економічності двигуна. Однак газотурбінному наддуву притаманні і недоліки, в першу чергу пов'язані з відсутністю жорсткого механічного зв'язку з колінчастим валом двигуна та інерційністю системи [1].

Вирішення зазначених вище проблем виконується різними способами: удосконаленням конструкції турбокомпресорів (застосування низькоінерційних компонентів, турбокомпресори зі змінною геометрією, турбокомпресори типу «twin-scroll», турбокомпресори з електронним керуванням тощо); застосуванням різних систем двоступеневого та багатоступеневого наддуву; створенням систем подвійного наддуву (комбінація турбокомпресора та нагнітача з механічним приводом) тощо [2]. Часто застосовують комбінацію цих методів, але використання зовнішнього джерела енергії, зокрема електричної енергії, останнім часом набуває все більшої популярності в автомобільній промисловості.

Розвиток технологій виробництва високошвидкісних електродвигунів та силової електроніки створив можливість гібридизації (електрифікації) агрегатів наддуву. Таким чином електрифікація систем наддуву стає перспективним рішенням, так як дозволяє отримати

численні переваги залежно від її схеми. Основні схеми систем гібридного турбонаддуву представлені на рис. 1.

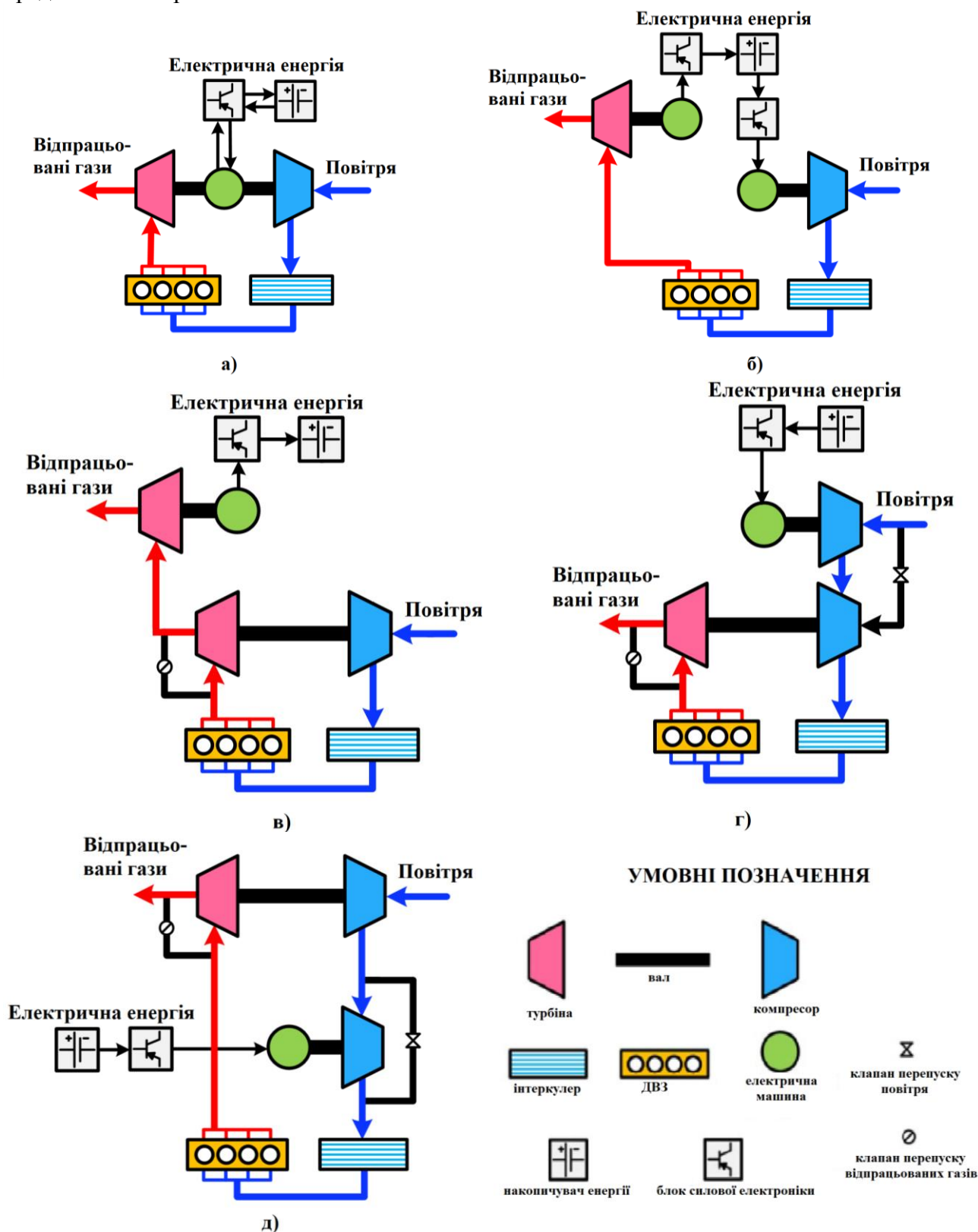


Рисунок 1 – Схеми систем гібридного турбонаддуву: а) турбокомпресор з інтегрованою електричною машиною; б) електрично розділений турбокомпресор; в) система турбонаддуву з турбогенератором; г) турбокомпресор та компресор з електроприводом, розташований до турбокомпресора; д) турбокомпресор та компресором з електроприводом, розташований після турбокомпресора

Одним із представників гібридних агрегатів наддуву є турбокомпресор з інтегрованою електричною машиною (рис. 1, а). В якості електричної машини може виступати як високооборотний електродвигун, так і мотор-генератор. Застосування додаткового електродвигуна дозволяє формувати необхідну характеристику наддуву за рахунок додаткового підкручування ротора турбокомпресора в необхідний момент часу. Регулювання частоти обертання компресора за допомогою електродвигуна вирішує одну з проблем газотурбінного наддуву – інерційність системи, що дає можливість подачі в двигун необхідної кількості повітря, тим самим забезпечується краща паливна економічність, знижується токсичність відпрацьованих газів, покращуються динамічні характеристики транспортного засобу.

При застосуванні мотор-генератора в якості електричної машини, окрім зазначених вище переваг, додатково отримується можливість накопичення енергії. Так, коли кількість відпрацьованих газів достатньо висока, електрична машина генерує енергію, яка може бути передана накопичувачу енергії. Це також дозволяє обмежувати частоту обертання турбокомпресора за рахунок додаткового навантаження в режимі генератора. Однак це може створити високий протитиск руху відпрацьованих газів, що може нівелювати переваги від додаткової рекуперації енергії відпрацьованих газів [3].

Для покращення параметрів роботи системи на перехідних режимах інерційність інтегрованої електричної машини повинна бути в декілька разів менша, ніж у базового турбокомпресора, а її кутове прискорення – навпаки, на порядок більше. Значним викликом при проектуванні такого типу агрегатів є мінімізація впливу високої температури на електричну машину, особливо коли машина розміщена всередині турбокомпресора [3].

Іншим представником систем гібридного наддуву є електрично розділений турбокомпресор (рис. 1, б). У цій конструкції механічна енергія від відпрацьованих газів не надходить безпосередньо до компресора, а спочатку перетворюється у електричну енергію за допомогою генератора. Збережена електрична енергія використовується для приводу компресора наддуву. Дана схема, окрім переваг, притаманних системам наддуву з механічним приводом, також має можливість генерувати енергію з відпрацьованих газів. Іншими перевагами цієї схеми є менший температурний вплив завдяки розділенню турбіни та компресора та відсутність впливу інерції турбіни на компресор з електроприводом. Розділення турбокомпресора також дозволяє краще оптимізувати впускний та випускний тракти. Однак дана схема потребує наявності електродвигуна та генератора досить високої потужності.

До систем гібридного наддуву також відносять системи з турбогенератором (рис. 1, в). Турбогенератор може застосовуватися як на двигунах без наддуву, так і на двигунах із одноступеневою та двоступеневою системою наддуву. Турбогенератор дозволяє виробляти електричну енергію рекуперуючи енергію відпрацьованих газів, що викидається в атмосферу, тим самим знижуючи відсоток втрат і збільшуючи ефективність ДВЗ. За рахунок турбогенератора можна знизити навантаження на штатний генератор автомобіля, що призведе до зниження витрати палива, або штатний генератор може взагалі стати непотрібним. На автомобілях з гібридними силовими установками ця енергія може використовуватися для заряджання тягових акумуляторних батарей. Як приклад, в роботі [4] показано, що застосування турбогенератора призводить до зниження споживання палива на 2,4% дизель-електричним гібридним автобусом під час типового їздового циклу.

Основні труднощі, які виникають при впровадженні турбогенераторів, аналогічні до попередніх двох схем. Крім того застосування турбогенератора не призводить до покращення наповнювання циліндрів на перехідних режимах та зниження турболагу.

Ще одним різновидом гібридного наддуву є двоступенева система наддуву з турбокомпресором та відцентровим компресором з електроприводом. Концепція цієї системи наддуву заснована на регульованому двоступеневому стисканні, в якому відцентровий компресор з електроприводом розташований послідовно з основним турбокомпресором. Можна виділити два варіанти реалізації цієї схеми залежно від розташування компресора з



електричним приводом – коли останній розташований до (рис. 1, г) та після (рис. 1, д) основного турбокомпресора.

У цій схемі компресор з електричним приводом працює незалежно від турбокомпресора і призначений для підвищення тиску повітря на низьких обертах ДВЗ. Таким чином дана схема значно покращує перехідний процес, коли швидкість ДВЗ низька, оскільки на роботу компресора з електричним приводом не впливає інерція турбіни чи оберти колінчастого вала. Як правило, другий варіант реалізації цієї системи має більш швидкий відгук на перехідних режимах, проте перший варіант дозволяє полегшити конструювання системи в моторному відсіку [3].

До основних переваг такої системи наддуву можна віднести скорочення часу досягнення необхідного тиску наддуву і, як наслідок, необхідного крутного моменту та зниження емісії шкідливих речовин в відпрацьованих газах на перехідних режимах. Також до переваг можна віднести легкість адаптування конструкції з мінімальною модифікацією до традиційної автомобільної системи з турбонагнітачем. До недоліків системи слід віднести додаткові витрати електроенергії на живлення електродвигуна компресора із системи електропостачання автомобіля та збільшення габаритних розмірів системи.

**Висновки.** Турбокомпресор з інтегрованим мотор-генератором дозволяє об'єднати в собі переваги турбонаддуву, нагнітача з механічним приводом та агрегата рекуперації енергії відпрацьованих газів. Тому його варто розглядати як найбільш раціональне рішення для одноступеневої системи наддуву двигуна. Системи наддуву, що складуться із турбокомпресора та відцентрового компресора з електроприводом варто розглядати як ефективну альтернативу системам двоступеневого турбонаддуву.

#### Список використаних джерел

1. Автомобільні двигуни : Підручник / Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Київ : Арістей, 2004. 476 с. ISBN 966-8458-26-5.
2. G. Tavcar, F. Bizjan, and T. Katrasnik. Methods for improving transient response of diesel engines – influences of different electrically assisted turbocharging topologies, *in Trans. Journal of Automobile Engineering*, Sep. 2011. vol. 225, no. 9, pp. 1167-1185.
3. W. Lee, E. Schubert, Y. Li, Silong Li, D. Bobba and B. Sarlioglu. Electrification of turbocharger and supercharger for downsized internal combustion engines and hybrid electric vehicles-benefits and challenges, *2016 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC)*, Dearborn, MI, USA, 2016, pp. 1-6, DOI: 10.1109/ITEC.2016.7520254.
4. Briggs, I., McCullough, G., Spence, S., & Douglas, R. Whole-Vehicle modelling of exhaust energy recovery on a diesel-electric hybrid bus. *Energy (Oxford)*, 2014, Vol. 65, pp. 172-181. DOI: 10.1016/j.energy.2013.11.075.

**Смирнов Євгеній Валерійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua.

**Smyrnov Yevhenii** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua

УДК 629.3

Смирнов О. П., д.т.н., проф.; Борисенко А. О., к.т.н., доц.; Літвінов О. В.

## ПРОГРАМНО-ВИЗНАЧЕНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

*Проведений аналіз перспектив створення програмно-визначених транспортних засобів майбутнього, які на принципово новому рівні будуть забезпечувати покращені функції безпеки та захисту, підвищений рівень автономності, можливість приймати щоденні оновлення як функціональних, так і пов'язаних з безпекою функцій, а також матиме програмну платформу для підключених сервісів.*

*Conducted an analysis of the prospects for creating software-defined vehicles of the future, which will provide a fundamentally new level of improved safety and security functions, an increased level of autonomy, the ability to accept daily updates of both functional and safety-related functions, and will also have a software platform for connected services.*

**Вступ.** Програмно-визначені транспортні засоби (Software-Defined Vehicle) – це наступна еволюція автомобільного транспорту. Вони є основою багатьох інших досягнень, включаючи безпілотні та автомобілі, що підключені в єдину інтелектуальну транспортну мережу та хмарну технологію.

У минулому транспортні засоби відрізнялися тільки технічними та механічними характеристиками, наприклад, такими як тип двигуна, привода, трансмісії, потужність та крутний момент, габаритні розміри та тип кузова, радіус коліс тощо. Сьогодні споживачі все більше шукають функції, які визначені програмним забезпеченням, наприклад, автоматичне паркування та автопілот, системи допомоги (асистенти водія), інновації в інформаційно-розважальній сфері та інтелектуальні рішення для підключення в інтелектуальне транспортне середовище.

**Аналіз публікацій.** Термін «Програмно-визначений транспортний засіб» ще не повністю розкритий в українській науковій термінології, тому будемо користуватись аналогічним англійським терміном «Software-Defined Vehicle» (SDV), який останнім часом знайшов своє стале застосування у багатьох англійських наукових публікаціях:

- Міжнародна мережа компаній, що надають послуги в галузі консалтингу та аудиту, Deloitte зазначає, що програмно-визначені транспортні засоби SDV в кінцевому підсумку відображають «поступову трансформацію автомобілів від високоелектромеханічних терміналів до інтелектуальної, розширюваної мобільної електроніки, яку можна постійно оновлювати» [1].

- програмно-визначений транспортний засіб SDV – це термін, який описує транспортний засіб, характеристики та функції якого в основному ввімкнене через програмне забезпечення, результат поточної трансформації автомобіля від продукту, який переважно базується на апаратному забезпеченні, до електронного пристрою на колесах, орієнтованого на програмне забезпечення [2];

- програмно-визначений транспортний засіб SDV – це будь-який транспортний засіб, який керує своїми операціями, додає функціональні можливості та вмикає нові функції переважно або повністю за допомогою програмного забезпечення [3];

- програмно-визначені транспортні засоби SDV пропонують значні функції безпеки та зручності, створюючи нові можливості та функції в автомобілі за допомогою програмного забезпечення та надаючи оновлення та послуги по повітрю [4].

Таким чином, у програмно-визначених транспортних засобів кількість і вартість програмного забезпечення (включаючи електронне обладнання) перевищує механічне обладнання. Це відображає поступову трансформацію автомобілів від апаратно-визначених до програмно-визначених, які будуть вдосконалюватися через бездротову технологію OTA протягом життєвого циклу.

Доктор Томас Іраван на Конференції EclipseCon 2022 в основній доповіді висловив думку «Існують деякі IT-технології, які наразі є популярними в обговореннях автомобільної промисловості: «containers», «devops», «cloud native», тощо. Сам по собі «Програмно-визначений транспортний засіб» є чимось на кшталт загального терміну, який використовується як проєкційна поверхня для всіх видів далекоглядних ідей у сфері автомобільного програмного забезпечення... Які кроки потрібно зробити зараз, щоб це бачення стало реальністю?» [5].

**Результати дослідження.** В теперішній час сучасні автомобілі та електромобілі вже мають до 150 мільйонів рядків програмного коду, розподілених між 100 електронними блоками керування (ECU), у тому числі зі штучним інтелектом, і зростаючим набором датчиків, відеокамер, GPS, ультразвукових сенсорів, радарів, пристроїв виявлення світла та визначення дальності до об'єктів (лідарів)

В сучасному автомобілебудуванні можна визначити наступні глобальні тенденції та технології розвитку транспортних засобів:

- електрифікація (електромобілі, гібридні транспортні засоби);
- автоматизація (автономне водіння, безпека руху);
- спільна мобільність, підключення, інтеграція, інтелектуалізація (інтегрування автономного транспортного засобу в інтелектуальну інфраструктуру транспортного середовища, у тому числі через мережу Інтернет).

Важливою умовою створення програмно-визначених транспортних засобів є комплексне впровадження автомобілів в єдину транспортну інфраструктуру, яка об'єднує транспортні засоби як між собою, так і узгоджує їх рух в умовах всієї транспортної системи (рис.1).

В англійській мовній науковій літературі можна зустріти подібний термін, який підключає автомобіль в транспортну інфраструктуру – Connected car або Connected Smart Cars & Vehicles.

Connected car (підключений автомобіль) – це автомобіль, який може двонаправлено спілкуватися з іншими учасниками дорожнього руху та системами транспортної інфраструктурою в цілому (LAN) (рисунок 2). Це дозволяє автомобілю ділитися доступом до Інтернету та, отже, даними з іншими пристроями як усередині автомобіля, так і поза ним [6].

Для критично важливих для безпеки додатків очікується, що автомобілі також будуть підключатися за допомогою спеціального зв'язку малого радіусу дії (DSRC) або стільникового радіо, що працює в наданому FCC діапазоні 5,9 ГГц з дуже низькою затримкою. Сценарій підключення Connected car як для США, так і для ЄС зосереджені на зв'язку на частоті 5,9 ГГц, однак сценарій ЄС має чіткіший шлях до використання гібридного зв'язку (через запропонований підхід CALM), ніж сценарій США. Таким чином, сценарій ЄС вважається більш інтегрованим і масштабованим. Разом з іншими новими автомобільними технологіями, транспортний засіб сприяє новому типу мобільності майбутнього, яким є автономні, підключені, електричні та спільні транспортні засоби [7].

Саме тому світові автовиробники (Original equipment manufacturer (OEM) - виробники комплектного обладнання), щоб залишатися конкурентоспроможними, витрачають понад мільярд доларів на рік на дослідження та розробку програмного забезпечення (ПЗ), що становить від 1000 до 3000 доларів США за проданий автомобіль (таблиця 1) [8].

Таким чином, існуючий в теперішній час апаратно-визначений транспортний засіб поступово перетворюється в програмно-визначений транспортний засіб. Настає ера, коли мобільність (хаос) підкорюється алгоритмам (порядку). Тому створення програмно-визначених транспортних засобів є актуальним та своєчасним, що підтверджується як потенційними споживачами таких транспортних засобів, так і виробниками, які вкладають

мільярди у розробку безпечного, екологічного, зручного та доброзичного до учасників дорожнього руху транспортного засобу за рахунок створення відповідного програмного забезпечення.

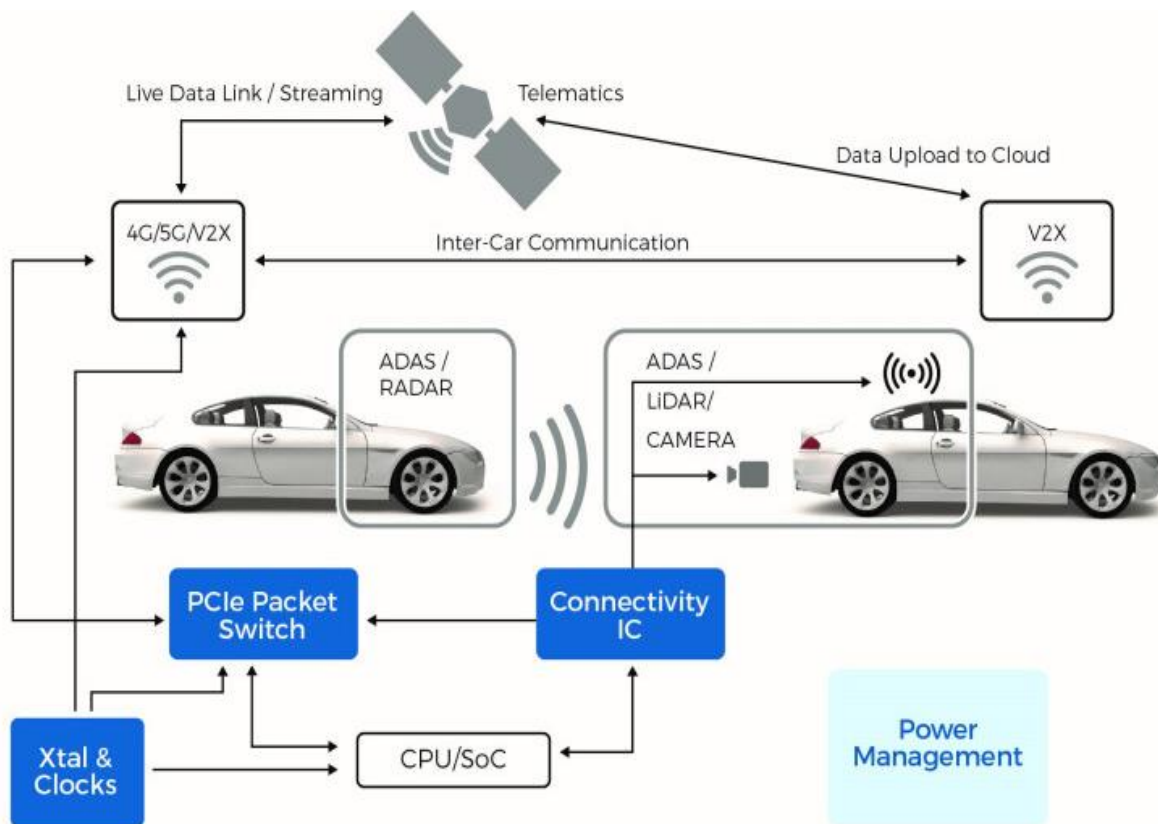


Рисунок 1 – Connected car

Таблиця 1 – Приклади витрат на дослідження і розробку програмного забезпечення, орієнтована кількість персоналу ПЗ

Світові автовиробники	Дослідження та розробки програмного забезпечення на 2021 р., мільярдів доларів	Приблизна вартість на один транспортний засіб, тисяч доларів	Орієнтовна кількість персоналу програмного забезпечення
BMW	від 1 до 1.5	3.000	від 3.000 до 5.000
Ford	від 1.5 до 1.75	1.500	більш 7.000
GM	від 1.5 до 1.75	1.000	більш 3.000
Mercedes-Benz	від 1.3 до 1.7	3.000	від 4.000 до 7.000
Toyota	від 3.5 до 4	1.100	18.000
Volkswagen	від 3 до 3.5	1.750	більш 10.000

Світові автовиробники OEM витрачають свої бюджетні кошти на дослідження та розробку програмного забезпечення для поєднання нових функцій і контролю над системами та функціями своїх автомобілів. Ці ініціативи охоплюють усі області програмного забезпечення – від мікропрограмного забезпечення для конкретного контролера до фактичної операційної системи пристрою (наприклад, Linux, Android, QNX, тощо) і до рівнів абстракції, проміжного програмного забезпечення та середовищ додатків, а також у прикладні шари як на автомобілі, так і поза ним. Свою назву проміжне програмне забезпечення отримало від своєї функції: бути «посередині» між різними компонентами або середовищами. У цьому випадку проміжне програмне забезпечення створює межу між апаратним середовищем виконання, а

також операційною системою пристрою на конкретному компоненті та прикладним програмним забезпеченням, розгорнутим для роботи в системі.

На практиці проміжне програмне забезпечення несе тягар розуміння конкретного пристрою виконання під час перекладу специфічних нюансів розгортання в стандартизовані інтерфейси для програмного забезпечення вищого рівня. Це може мати форму API (наприклад, платформа Arene від Toyota), SDK (наприклад, рішення IVY – Intelligent Vehicle Data Platform від Amazon Web Services та BlackBerry) або цілі платформи додатків (Android Runtime, AUTOSAR Adaptive Runtime for Applications). Ці середовища виконання повного стеку розроблено для вирішення конкретних проблем в архітектурі програмного забезпечення автомобіля. Середовище виконання AUTOSAR Adaptive як правило використовується для створення специфічних для домену рішень. Середовище виконання Android зазвичай використовується для розміщення додатків (apks) і забезпечення багатого інформаційно-розважального відчуття при користуванні продуктом (User experience (UX) – досвід користувача), а середовище виконання IVY підтримує безпечне виконання робочих навантажень аналітики в автомобілі [8].

Ключовою частиною в еволюції програмно-визначеного транспортного засобу стане розподіл розробки програмного та апаратного забезпечення. Гарною аналогією є те, що сталося з мобільними телефонами. Спочатку програмне та апаратне забезпечення мобільних телефонів були тісно пов'язані, але з появою смартфона телефон перетворився на програмну платформу, яка підтримує екосистему додатків незалежно від апаратного забезпечення, що лежить в основі. Те ж саме відбувається з програмним забезпеченням, оскільки виробники транспортних засобів починають створювати "walled gardens" («огорожені сади») програм, у яких вони та інші санкціоновані сторони можуть брати участь [2].

Таким чином, програмно-визначені транспортні засоби – це актуальний та перспективним напрям розвитку автомобільного транспорту.

#### Список використаних джерел

1. Software-Defined Vehicles – A Forthcoming Industrial Evolution (2022), <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/consumer-business/articles/software-defined-cars-industrial-revolution-on-the-arrow.html>
2. What Is a Software-Defined Vehicle? (2020), <https://www.apiv.com/en/insights/article/what-is-a-software-defined-vehicle>
3. Software-Defined Vehicle (2021), <https://aws.amazon.com/ru/automotive/software-defined-vehicle/>
4. AUTOMOTIVE. Software-Defined Vehicles (2023), <https://www.arm.com/markets/automotive/software-defined-vehicles>
5. Software Defined Vehicle - from Hype to Reality (2022), <https://www.youtube.com/watch?v=Yu51JH8MsOc>
6. Meola, Andrew (2017). "Automotive Industry Trends: IoT Connected Smart Cars & Vehicles". UK Business Insider. UK Business Insider.
7. Hamid, Umar Zakir Abdul; et al. (2021). "Introductory Chapter: A Brief Overview of Autonomous, Connected, Electric and Shared (ACES) Vehicles as the Future of Mobility". Towards Connected and Autonomous Vehicle Highways: Technical, Security and Social Challenges. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing: 3–8. DOI: [10.1007/978-3-030-66042-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66042-0_1)
8. Hidden costs of Software-Defined Vehicles (2022), <https://d1.awsstatic.com/industry/automotive/Hidden-costs-of-software-defined-vehicles.pdf>

**Смирнов Олег Петрович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [smirnovloleg@gmail.com](mailto:smirnovloleg@gmail.com)

**Борисенко Анна Олегівна** – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [anutochka2111@gmail.com](mailto:anutochka2111@gmail.com)

**Літвінов Олексій Вікторович** – студент групи АЕ-36т1-20, факультет автомобільний, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [alex099024@gmail.com](mailto:alex099024@gmail.com)

**Smirnov Oleh** – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automotive Electronics, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: [smirnov1oleg@gmail.com](mailto:smirnov1oleg@gmail.com)

**Borysenko Anna Olehivna** – Ph.D., associate professor, associate professor of the Department of Automotive Electronics, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: [anutochka2111@gmail.com](mailto:anutochka2111@gmail.com)

**Litvinov Oleksiy** – student of group АЕ-36т1-20, faculty of automobile, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: [alex099024@gmail.com](mailto:alex099024@gmail.com)

УДК 519.8:656.13

Сніжко Л. Л., к.е.н, доц.; Височило О. М.

## СУТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

*На основі аналізу теоретико-методичних основ за темою дослідження детально описані усі аспекти та особливості, пов'язані зі специфікою розробки операційної стратегії для транспортних підприємств.*

*Based on the analysis of the theoretical and methodological foundations of the research topic, describes in detail all aspects and features related to the specifics of developing an operations strategy for transport enterprises. Basic in this procedure are the stages of studying market needs; formation of the nomenclature*

**Вступ.** На даний час вітчизняна економіка переживає складні часи. Це пов'язано із серйозними викликами та загрозами зовнішнього середовища. Основою відновлення та розвитку післявоєнної економіки України є саме операційна діяльність. Без раціоналізації операційної діяльності транспортної галузі, яка займає в економіці держави провідне місце, неможливо успішно реалізувати завдання по відновленню країни [1].

Нинішні умови функціонування українських підприємств ставлять перед ними надто складні завдання. Це необхідність виживання, а потім успішне функціонування та розвитку. Для цього їм потрібна не тільки успішна розробка операційної стратегії, а й відсутність розриву між її розробленням та її вдалою реалізацією. Чітко визначені операційні стратегії дозволяють транспортним компаніям впевнено справлятися зі змінами на ринку.

Слід зазначити, що часто на сервісних підприємствах, в т.ч. і транспортних операційна стратегія недооцінюється фахівцями і зазвичай залишається «на потім». Це велика помилка, коли топ-менеджери компанії не розуміють, що призначення даної функціональної стратегії полягає в отриманні конкурентної переваги на ринку послуг. Операційна стратегія для менеджерів вищого рівня повинна показувати, що робити для того, щоб забезпечити, в першу чергу, інтереси власників (засновників) компанії. Крім того операційна стратегія має визначати, що робити для того, щоб задовольнити потреби клієнтів у повному обсязі та в яких аспектах для цього фірма повинна бути успішною. Завдяки ефективно реалізованій операційній стратегії компанія може забезпечити здатність постійно вдосконалюватися.

Успішне розроблення стратегії нерідко є проблемою для багатьох компаній через необхідність змінити операційну структуру підприємства, в тому числі і операційні процеси. Така ситуація часто виникає через некомпетентність вищого керівництва, нечітко визначеними стратегічними цілями сервісної організації або недостатніми операційними можливостями.

Таким чином, для забезпечення довгострокової ефективності транспортного підприємства необхідна процедура розроблення обґрунтованої операційної стратегії, яка повинна періодично переглядатися та удосконалюватися. В цьому і полягає актуальність даної публікації.

**Результати дослідження.** Для досягнення цілей і виживання в сучасному конкурентному бізнес-середовищі організації, в умовах загроз та невизначеності щодо зовнішнього середовища організації повинні орієнтуватися на операційні стратегії, адже без чітко вираженої операційної стратегії та ефективного операційного менеджменту підприємство може вижити лише чисто випадково [2].

Як правило, успішна сервісна організація розробляє корпоративну та операційну стратегії. Корпоративна стратегія базується на загальних цілях організації, а операційна – на

формуванні основної компетенції та отриманні конкурентної переваги щодо сервісних продуктів. Особливістю сервісних організацій є те, що операційна стратегія, як правило, є невіддільною від корпоративної, адже для більшості таких підприємств система надання послуг і є бізнес як такий і, таким чином, будь-яке стратегічне рішення повинно стосуватися виробництва [3, с. 145].

Отже, операційна стратегія сервісної організації - це підсистема корпоративної стратегії, яка є довгостроковою цілісною програмою конкретних дій. Вона являє собою систему взаємопов'язаних стратегічних рішень по виготовленню та реалізації сервісного продукту організації при відповідних обмеженнях в операційних ресурсах, які спрямовані на формування та підтримку довгострокової конкурентоспроможності суб'єкта господарювання і забезпеченні вагомого внеску у досягненні загальної стратегії. Ця стратегія передбачає оптимальне використання всіх операційних ресурсів організації.

Операційні стратегії, які розроблені на довгострокову перспективу, повинні бути реалістичними, розглядати широкий спектр заходів і включати усі можливі кризові обставини, які особливо притаманні перевізникам. З цієї причини надзвичайно важливо мати план на випадок надзвичайних ситуацій, який допоможе контролювати збитки шляхом пом'якшення найгірших сценаріїв. Управління надзвичайними ситуаціями є надзвичайно важливим для транспортних підприємств, які повинні бути готові до будь-яких небажаних ситуацій. Крім того, наявність такої операційної стратегії (на випадок, якщо щось піде не так в останній момент) допоможе взяти ситуацію під контроль і вийти з кризової ситуації з мінімальними негативними наслідками.

Зміст та сутність операційної стратегії підприємства реалізується в наступному [1-8]:

- операційна стратегія є однією із функціональних стратегій корпоративної стратегії;
- операційна стратегія має бути узгоджена та комплексно й органічно взаємозв'язана із корпоративною стратегією та усіма іншими функціональними стратегіями;
- операційна стратегія повинна враховувати сукупність релевантних факторів зовнішнього середовища організації, серед яких основним є потреби споживачів;
- всі функціональні стратегії (операційна, маркетингова, фінансова та ін.) мають однаковий паритет. Вони не повинні конфліктувати між собою, а доповнювати і підтримувати одна одну;
- загальна (корпоративна) стратегія підприємства має не тільки враховувати, а й підсилювати сильні сторони та усувати (зменшувати) слабкі позиції операційної стратегії через різні функціональні стратегії;
- операційна стратегія у сукупності з корпоративною та усіма функціональними стратегіями повинна охоплювати весь спектр діяльності компанії на довгостроковий період, в яких повинна бути передбачена можливість швидкого реагування на будь-які зміни в майбутньому;
- успіх сервісної організації на ринку на 20% залежить від правильно обраної стратегії і на 80% успіху від ефективної її реалізації [2]. За даними Harvard Business Review, приблизно 67% бізнес-стратегій зазнають невдачі через погане їх виконання [9];
- при реалізації загальної стратегії підприємства операційна стратегія відіграє важливу роль, оскільки пов'язана з процесами надання послуг, які у підприємств сфери обслуговування охоплюють усі підрозділи підприємства;
- операційна стратегія повинна розроблятися з урахуванням не тільки потреб споживачів, включаючи їх можливу динаміку, а й життєвого циклу сервісного продукту та операційних можливостей будь-якого сервісного підприємства;
- операційна стратегія має суттєвий вплив на забезпечення довгострокової конкурентоспроможності бізнесу, так як є одним із джерел конкурентних переваг.

Успіх операційної стратегії залежить, в першу чергу, від урахування вимог зовнішнього середовища (тобто умов, в яких організація намагається реалізувати свою стратегію); конкурентних вимог відповідного ринку (сильних і слабких сторін конкурентів та



прогнозування їх можливих дій); можливих напрямів розвитку стратегії організації; стадії життєвого циклу сервісного продукту та ін.

На перших етапах необхідно чітко сформулювати особливі загальні та функціональні стратегічні цілі конкретного транспортного підприємства. Цей етап є надзвичайно важливим, адже стосується правильного визначення основного елементу операційної стратегії - її цілей. Операційна стратегія дозволяє організації досягти довгострокових цілей компанії, і для цього вона повинна бути узгоджена з корпоративною стратегією. За даними Trissa Strategy Consulting, у 63% успішних компаній кожен бізнес-підрозділ узгоджується із загальною корпоративною стратегією [9].

Далі необхідно сформувати інформаційний масив для забезпечення процесу прийняття стратегічних рішень релевантною, повною, достовірною, економічною та іншою інформацією. Її можна зібрати використовуючи як формальні методи у зовнішньому та внутрішньому середовищі організації так і неформальні методи [10]. Ці дані, в першу чергу, повинна підготувати маркетингова служба транспортного підприємства.

Для обґрунтованого розроблення операційної стратегії операційним менеджерам рекомендується вивчити та проаналізувати існуючий вітчизняний та міжнародний досвід щодо даної проблематики як основних конкурентів в транспортній галузі, так й інших успішних.

Вдала операційна стратегія повинна базуватися, з однієї сторони, на вимогах ринку, з іншої – на наявних операційних ресурсах. Для проведення аналізу отриманих релевантних даних щодо зовнішнього та внутрішнього середовища (етап б) можуть бути використані такі відомі методи як SWOT-аналіз, SPACE-аналіз, PEST-аналіз та ін. SWOT-аналіз на основі детального дослідження зовнішнього і внутрішнього середовища дозволяє сформувати реалістичне уявлення про сильні та слабкі сторони транспортного підприємства, ланцюгів зв'язків між ними, яке допоможе розробити надійну та обґрунтовану операційну стратегію.

Основна увага при розробленні операційної стратегії повинна бути зосереджена на конкретних операційних можливостях за кожним сервісним продуктом.. Шлях до успіху операційної стратегії полягає в тому, щоб максимально точно визначити всі можливі варіанти пріоритетів, зрозуміти, які можуть бути наслідки вибору кожного з наявних варіантів, а також те, на які компроміси прийдеться йти у випадку вибору того чи іншого варіанту. Добре продумані пріоритети дають підприємству суттєві переваги на ринку. Сильні сторони та унікальні ресурси організації – це основні компетенції, які організація повинна постійно вдосконалювати.

Конкурентної переваги можна досягти, розуміючи потреби та бажання клієнтів і пропонуючи їм відповідний сервісний продукт бажаної якості та вартості, з кращим рівнем обслуговування клієнтів у порівнянні із конкурентами та ін. В даному аспекті операційна стратегія через операційні конкурентні пріоритети виступає як зброя у конкурентній боротьбі, адже основна мета будь-якого бізнесу — забезпечити таку позицію на ринку, за допомогою якої він зможе залучити якомога більше клієнтів у порівнянні із конкурентами. Щоб досягти цього, операційні менеджери повинні плідно співпрацювати з маркетингологами, щоб зрозуміти конкурентну ситуацію на ринку, в якому працює організація, і визначити важливі операційні конкурентні пріоритети.

Для транспортного підприємства такими пріоритетами можуть бути [10]:

- низькі витрати на перевезення та надання додаткових послуг;
- забезпечення якості перевезень та додаткових послуг;
- висока швидкість і зручність доставки (термін виконання замовлення) вантажів і пасажирів та надання додаткових послуг;
- надійність як перевізника щодо своєчасної доставки вантажів та пасажирів (гарантований час доставки);
- виконання перевезень сучасними транспортними засобами, що дозволяють своєчасно надавати інформаційні та інші додаткові послуги;

- своєчасне впровадження сервісної продукції на ринок;
  - надання спектру додаткових послуг;
  - здатність фірми реагувати на зміну попиту;
  - «індивідуалізація» замовлення на перевезення та інші послуги згідно вимог клієнтів;
  - комплексне виконання замовлення на перевезення та ін.
- В рамках операційної стратегії транспортного підприємства розробляються довгострокові рішення в розрізі усіх нових та вже впроваджених сервісних продуктів, а саме:
- стратегічні рішення щодо операційних потужностей: планування обсягу виробничих потужностей в розрізі усіх напрямів видів діяльності підприємства (тони, людино-години та ін.); визначення типу, марки, кількості, вантажопідйомності, необхідних технічних характеристик рухомого складу та інших основних виробничих засобів;
  - стратегічні рішення щодо організації технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів: визначення способу та організація забезпечення проведення діагностики; технічних обслуговувань та ремонту рухомого складу (власними силами чи за допомогою сторонніх організацій) та ін.
  - стратегічні рішення щодо забезпечення матеріальними ресурсами операційної діяльності, а саме: паливо-мастильними матеріалами; запасними частинами, шинами та ін.: визначення їх обсягу, якості, вартості; організація доставки; вибір постачальників та способу формування відносин з ними (кооперативного чи конкурентного); організація складського господарства; управління запасами та ін.;
  - стратегічні рішення щодо забезпечення трудовими ресурсами, в першу чергу, водіями: кількість персоналу, його склад; розподіл, вимоги до персоналу, культура виробництва; система оплати праці та ін.;
  - стратегічні рішення щодо фінансових ресурсів: джерела та обсяги фінансових ресурсів для розробки та реалізації операційної стратегії: джерела та обсяги власних, залучених та запозичених фінансових ресурсів, їх розподіл, в т.ч. обсяги інвестицій (за необхідності);
  - стратегічні рішення щодо організації операційного процесу (проектування перевізного процесу);
  - стратегічні рішення щодо розміщення підприємства: вибір місця розташування підприємства (для нових суб'єктів господарювання) та його зміна (для існуючих – за необхідності) з урахуванням переваг як для підприємства, так і для клієнтів;
  - стратегічні рішення щодо забезпечення якості перевізного процесу та додаткових послуг: розроблення критеріїв якості на всіх етапах перевізного процесу та надання супутніх послуг; впровадження системи менеджменту якості та ін.;
  - стратегічні рішення щодо часу виконання операційних процесів: оптимізація термінів виконання усіх операцій перевізного процесу та надання додаткових послуг та інші.
- Таким чином, застосування представленої у дослідженні процедури розроблення операційної стратегії транспортного підприємства дозволить операційним менеджерам формувати успішні операційні стратегії з урахуванням особливостей транспортної галузі та життєвого циклу сервісного продукту, а їх вдала реалізація сприятиме підвищенню ефективності управління як операційною діяльністю, так і підприємством в цілому та забезпеченню його довгострокової конкурентоспроможності.

### Список використаних джерел

1. Сніжко Л.Л., Височило О.М. Особливості розроблення операційної стратегії транспортних підприємств з урахуванням життєвого циклу сервісного продукту. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий журнал.* Київ: НТУ, 2022. Вип. 4 (54). С.200-209. DOI: 10.33744/2308-6645-2022-4-54-200-209.
2. Jacobs F.R., Chase R.B., Aquilano N.J. *Operations Management for Competitive Advantage.* McGraw Hill Higher Education, 2001. 763 p.
3. Михайловська О. В. *Операційний менеджмент.* Київ: Кондор, 2008. 549 с.

4. Капінос Г.І., Бабій І.В. Операційний менеджмент: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2013. 352с.
5. Трут О.О. Операційний менеджмент: Підручник. Київ: Академвидав. 2013. 346 с.
6. Heizer J., Render B. Principles of operations management. 12th edition. New Jersey: Prentice Hall, 2017. 806 p.
7. Galloway Les P. Principles of Operations Management. 2nd Edition. Cengage Learning Business Press, 1998. 240 p.
8. Stevenson W. Operations Management. 14th Ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020. 928с.
9. Tips for better strategic planning in the transportation and logistics industry. Blog: The The cooperative logistics network Posted on June 23, 2021. URL: <https://www.thecooperativelogisticsnetwork.com/blog/2021/06/23/tips-for-better-strategic-planning-in-the-transportation-and-logistics-industry/>
10. Сніжко Л.Л., Бузун Т.М., Разводовська В.О. Моделювання як науковий інструмент обґрунтування управлінських рішень в операційній діяльності підприємств транспорту. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник*. Київ: НТУ, 2021. Вип. 2 (49). С162-172. DOI: 10.33744/2308-6645-2021-2-49-162-172.

**Сніжко Лариса Леонідівна** - к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: [l.snizhko@ntu.edu.ua](mailto:l.snizhko@ntu.edu.ua).

**Височило Оксана Миколаївна** - старший викладач кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: [visochiloksena@ukr.net](mailto:visochiloksena@ukr.net)

**Snizhko Larisa** - Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, e-mail: [l.snizhko@ntu.edu.ua](mailto:l.snizhko@ntu.edu.ua).

**Vysochylo Oksana** - Senior Lecturer of the Department of management, National Transport University, e-mail: [visochiloksena@ukr.net](mailto:visochiloksena@ukr.net)

УДК 629.33

Стадник О. С., к.т.н., доц.

## АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ЦІНИ ВЖИВАНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ TESLA MODEL 3 ВІД ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ

*У статті досліджено залежність ціни електромобілів марки Tesla Model 3 на вторинному ринку України від основних технічних та експлуатаційних показників, таких як вік, пробіг, потужність двигуна, ємність акумулятора та запас ходу. Виконано аналіз впливу цих показників на ціну за допомогою отриманого рівняння регресії.*

*The article investigates Tesla Model 3 brand electric cars price on the secondary market of Ukraine dependence on the main technical and performance indicators, such as age, mileage, engine power, battery capacity and power reserve. The influence of these indicators on the price was analyzed using the obtained regression equation.*

**Кількість електрокарів** стрімко зростає, що пов'язано з їх екологічністю. Кількість електромобілів у Світі станом на кінець 2020 року становила 9,9 млн. [1]. В Україні кількість електромобілів також швидко збільшується. Станом на 1 січня 2022 року їх кількість становила 33592 одиниці [2], що менше 1 % від загальної кількості від усіх легкових автомобілів. Найбільш поширеними моделями електромобілів, що обирають в Україні є Nissan Leaf, Tesla Model 3, Renault Zoe, Volkswagen E-Golf, Chevrolet Bolt та інші [3]. Основною проблемою використання електромобілів в Україні є недостатньо розвинена інфраструктура, зокрема, недостатня кількість станцій для підзарядки тягових акумуляторних батарей.

Ціна електромобілів на вторинному ринку суттєво залежить від їх марок і основних технічних та експлуатаційних показників, таких як вік, пробіг, потужність двигуна, ємність акумуляторної батареї, запасу ходу та технічний стан.

У попередніх дослідженнях виконано аналіз залежності ціни вживаних електромобілів найбільш поширеної в Україні марки Nissan Leaf від віку, пробігу, потужності електродвигуна, ємності тягової акумуляторної батареї та запасу ходу [4, 5] за даними сайту AVTO.RIA. Також, актуальними є аналогічні дослідження для марки Tesla Model 3 та інших популярних брендів електрокарів.

**Метою роботи** є визначення впливу основних технічних та експлуатаційних показників на ціну електромобілів вторинного ринку марки Tesla Model 3 на основі аналізу інформації за даними сайту AVTO.RIA.

**Основні показники електромобілів**, що були проаналізовані за даними сайту AVTO.RIA [6]: ціна, вік, пробіг, потужність двигуна, ємність акумуляторної батареї, запас ходу. Інформація була проаналізована станом на 28 січня 2023 року у межах всієї України по марці електромобіля Tesla Model 3. Оскільки кількість пропозицій у межах всієї України по цій марці становила 635 одиниць, то для досліджень була відібрана рандомізована вибірка, що становила 5,35% від усіх пропозицій.

Дослідження були виконанні у такій послідовності. На сайті AVTO.RIA були відібрані пропозиції по електромобілях Tesla Model 3 та розбито на сторінки по 20 пропозицій. З кожної сторінки було обрано один електромобіль за допомогою онлайн генератора випадкових чисел [7] (<https://generator-online.com/uk/numbers/>). Якщо обрана пропозиція виявлялася автомобілем, що був у складній ДТП, ціна якого потенційно може не адекватно відображати загальні тенденції залежності від технічних та експлуатаційних показників, то така пропозиція відкидалася. Також були виключені пропозиції, які не містили обраних для аналізу показників. У такому випадку для цієї сторінки генерувалося інше випадкове число, щоб обрати з групи 20 електромобілів один. З

отриманих масивів даних була побудована кореляційна матриця, і отримано рівняння регресії залежності ціни електромобіля від основних технічних та експлуатаційних показників.

Отримана кореляційна матриця між досліджуваними параметрами: ціна, вік, пробіг, потужність двигуна, ємність акумуляторної батареї та запас ходу, наведена у таблиці 1. Сірим кольором вказані параметри зв'язки між якими не мають ніякого змісту. Темно-сірим визначені параметри, які визначаються розрахунковим шляхом при проектуванні електромобілів чи є логічними, через це зв'язки є тісними.

Таблиця 1 – Кореляційна матриця

Параметри алектромобілів	Ціна, USD	Вік, років	Пробіг, тис. км	Потужність двигуна, кВт·год	Ємність АКБ, кВт·год	Запас ходу км
Ціна, USD	1,00	-0,58	-0,53	0,52	0,42	0,51
Вік, років	-0,58	1,00	0,73	-0,10	-0,03	-0,14
Пробіг, тис. км	-0,53	0,73	1,00	0,05	0,03	-0,22
Потужність двигуна, кВт	0,52	-0,10	0,05	1,00	0,57	0,39
Ємність АКБ, кВт·год	0,42	-0,03	0,03	0,57	1,00	0,77
Запас ходу, км	0,51	-0,14	-0,22	0,39	0,77	1,00

Між ціною та віком, пробігом, потужністю двигуна, ємністю АКБ та запасом ходу електромобілів наявний середній кореляційний зв'язок. Між віком та запасом ходу наявний тісний кореляційний зв'язок, що пов'язано зі зменшенням ємності АКБ з часом. Між віком та запасом ходу електромобілів марки Tesla Model 3 зв'язок слабкий, що пов'язано з невеликим періодом експлуатації цих електрокарів. Максимальний вік електромобіля цієї моделі на вторинному ринку за даними сайту AVTO.RIA становить усього 6 років.

За результатами лінійного регресійного аналізу було виключено ємність акумуляторної батареї, як незначимий параметр та отримано рівняння регресії для розрахунку ціни вживаних електромобілів залежно від віку, пробігу потужності двигуна та запасу ходу:

$$P = 21766 - 1350,7A - 45,1L + 37,5W + 22,8D, \text{ USD}, \quad (1)$$

де  $P$  – ціна електромобіля марки Tesla Model 3, USD;  $A$  – вік, років;  $L$  – пробіг, тис. км;  $W$  – потужність електродвигуна, кВт;  $D$  – запас ходу, км.

Коефіцієнт кореляції для отриманої залежності становить 0,813, що свідчить про тісний зв'язок, середня похибка 7,2%.

Кожен наступний рік експлуатації електромобіля марки Tesla Model 3 знижує його ціну на вторинному ринку на 1350,7 USD, а кожні 10 тис. км пробігу – на 451 USD. Усі інші досліджувані параметри її збільшують. Кожні 10 кВт потужності електродвигуна сприяють збільшенню ціни електромобіля на 375 USD, 10 км запасу ходу – на 228 USD.

Найбільш суттєво на ціну електромобіля марки Tesla Model 3 впливає його вік (рисунок 1), проте між цими параметрами простежується тільки середній зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,58. Це пов'язано з тим, що у перші роки експлуатації автовласники, як правило, продають електромобілі по ціні близькій до ціни купівлі на первинному ринку. За результатами досліджень ціна електромобіля марки Tesla Model 3 зменшується на 3,8% за рік відносно середньої (досліджуваний вік становив від 1 до 6 років), тоді як ціна електромобілів марки Nissan Leaf знижується на 4,9% (досліджуваний вік становив від 1 до 11 років) [4, 5].

З іншого боку, ціна електромобіля марки Tesla Model 3 не так суттєво залежить від запасу ходу. Якщо у цієї моделі ціна зменшується на 228 USD на кожні 10 км запасу ходу, то у електромобіля марки Nissan Leaf це зменшення є більш суттєвим і складає 448 USD на кожні 10 км запасу ходу, що може бути пов'язано з більшою надійністю акумуляторних батарей Tesla Model 3.

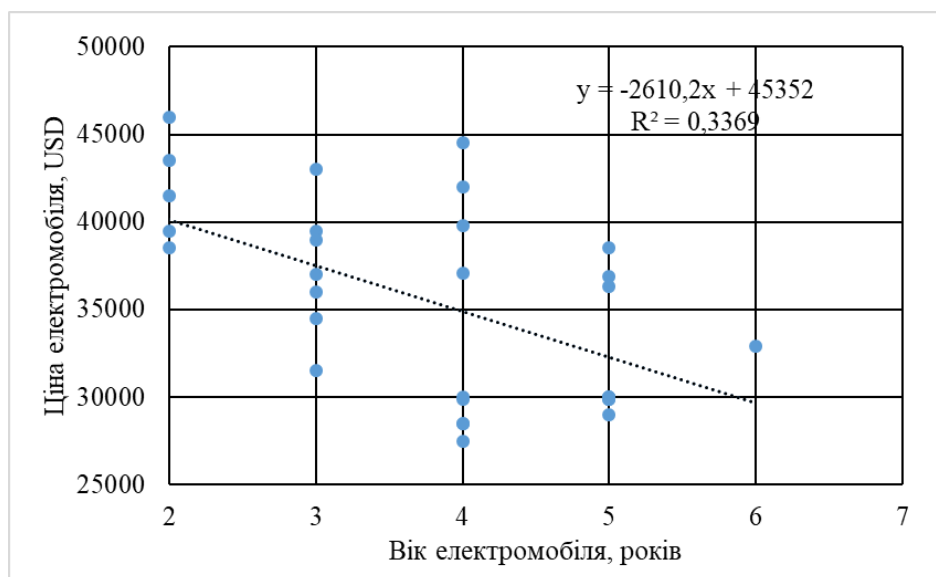


Рисунок 1 – Залежність ціни електромобілів марки Tesla Model 3 від віку

У результаті виконання роботи отримано рівняння регресії, що показує залежність ціни вживаних електромобілів марки Tesla Model 3 від віку, пробігу потужності двигуна і запасу ходу, яке може бути застосоване для перевірки адекватності цінових пропозицій на вторинному ринку. Доцільно виконати аналогічні дослідження по інших популярних марках електромобілів вторинного ринку України.

#### Список використаних джерел

1. Аналітики порахували кількість електромобілів у світі. URL: <https://autogeek.com.ua/analytyku-porakhuvaly-kilkist-elektromobiliv-u-sviti-majzhe-polovyna-z-nykh-v-kytai/> (дата звернення 28.01.2023).
2. Стало відомо, наскільки зросла кількість електромобілів в Україні на 1 січня 2022 року. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/auto/utsu-1641112445.html> (дата звернення 28.01.2023).
3. В Україні росте ринок електромобілів. URL: <https://eauto.org.ua/news/61-zafiksuvali-pik-prodazhiv-elektromobiliv-v-ukrajini-naypopulyarnishi-modeli-zhovtnya> (дата звернення 28.01.2023).
4. О. Стадник, С. Морозюк, В. Ключко (студент). Аналіз залежності ціни вживаних електромобілів Nissan Leaf від технічних та експлуатаційних показників. *Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і машин* : збірник тез Міжнародної науково-технічної конференції (Київ, 16–17 листопада 2022 року). Київ : НТУ, 2022. С. 93–95.
5. Stadnyk O. Analysis of used Nissan Leaf electric cars price dependence on technical and performance indicators. *European scientific congress* : book of abstracts of the 1st International Scientific and Practical Conference (Madrid, Spain, February 20-22, 2023) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2023. P 176-179.
6. AVTO.RIA. URL: <https://auto.ria.com/uk/> (дата звернення 28.01.2023).
7. Генератор випадкових чисел. URL: <https://generator-online.com/uk/numbers/> (дата звернення 28.01.2023).

**Стадник Олександр Святославович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, [o.s.stadnyk@nuwm.edu.ua](mailto:o.s.stadnyk@nuwm.edu.ua).

**Oleksandr Stadnyk** – PhD (Eng.), Associate Professor of Automobile and Automobile Industry Department, Institute of Mechanics, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, [o.s.stadnyk@nuwm.edu.ua](mailto:o.s.stadnyk@nuwm.edu.ua).

УДК 656.13

Хітров І. О., к.т.н., доц.

## БЕЗПЕЧНІСТЬ ПЕРЕХРЕСТЯ З КРУГОВИМ РУХОМ

*Описано правила проїзду перехрестя з круговим рухом і визначальні характеристики, які можуть впливати на безпечність та зручність його проїзду.*

*The article describes the rules for driving through a roundabout and the defining characteristics that can affect the safety and convenience of driving.*

**Вступ.** Перехрестя – це місце, де дороги перетинаються або розгалужуються, і де учасники дорожнього руху можуть змінювати напрямок руху. В загальних положеннях Правил дорожнього руху України дано терміну перехрестя, як «місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межею якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг» [1].

Кільцеве перехрестя – це один з декількох типів кругових дорожніх розв'язок або перехресть, на яких рух сповільнюється і перетворюється на односторонній потік навколо центрального острівця, їх іноді називають «сучасними» кільцевими розв'язками, щоб підкреслити відмінність від старих типів кільцевих перехресть, які мали інші конструктивні характеристики та правила експлуатації.

**Результати дослідження.** На практиці існує багато варіацій типів перехресть. Тому уніфікація перехресть є обмеженою, часто через ситуацію з дорожнім рухом на місці, необхідними витратами на їх побудову, наявним простором та соціальним ефектом від впровадження.

Як свідчить сайт «Вікіпедія» широке використання кільцевих перехресть з круговим рухом почалося з середини 1960-х років, де британські інженери перепроєктували перехрестя з круговим рухом з метою подолання обмежень пропускної спроможності та з міркувань питань безпеки [2].

Кільцеве перехрестя – це кругове перехрестя з регулюванням швидкості на в'їзді, що дозволяє транспортному засобу, який рухається по кільцевій проїзній частині, продовжувати рух, і з відхиленням транспортного засобу, що наближається, проти годинникової стрілки навколо центрального острівця [3]. Крім того, це модифіковане транспортне коло, яке відповідає певним геометричним критеріям проектування, що сприяє підвищенню обізнаності водіїв, зниженню швидкості руху та покращенню транспортного потоку.

Опишемо загальні правила проїзду такого перехрестя (рис. 1). Відмітимо, що існує два типи перехресть з круговим рухом: одно та багато смугові.

Під'їжджаючи до перехрестя з круговим рухом, необхідно зайняти відповідну смугу, і дати дорогу транспортним засобам, які вже перебувають на перехресті і в'їжджати на нього, переконавшись у здійсненні безпечного маневру (в безпечному проміжку потоку транспорту).

Якщо необхідно змінити смугу руху, необхідно подати сигнал і дати дорогу будь-якому транспортному засобу на смузі, на яку перелаштовуємося (можна змінювати смугу руху лише там, де є переривчаста біла лінія).

При виїзді з перехрестя з круговим рухом, незалежно від того, повертаєте ліворуч, праворуч або прямо, завжди повинні показувати поворот ліворуч безпосередньо перед виїздом, якщо це можливо.

Необхідно звертати увагу на велосипедистів на перехресті, вони мають також право на повну смугу руху (велосипедисти повинні дотримуватися тих самих правил, що й інші водії). Рекомендується тримати низьку, стабільну швидкість, продовжуючи рух кільцем. Наближаючись до бажаного виїзду, увімкнути сигнал повороту, щоб інші водії знали про ваш

намір. Щоб виїхати з перехрестя, не потрібно додатково сповільнюватися або зупинятися. Єдиний виняток – пішоходи на пішохідному переході або наближення автомобілів екстрених служб.

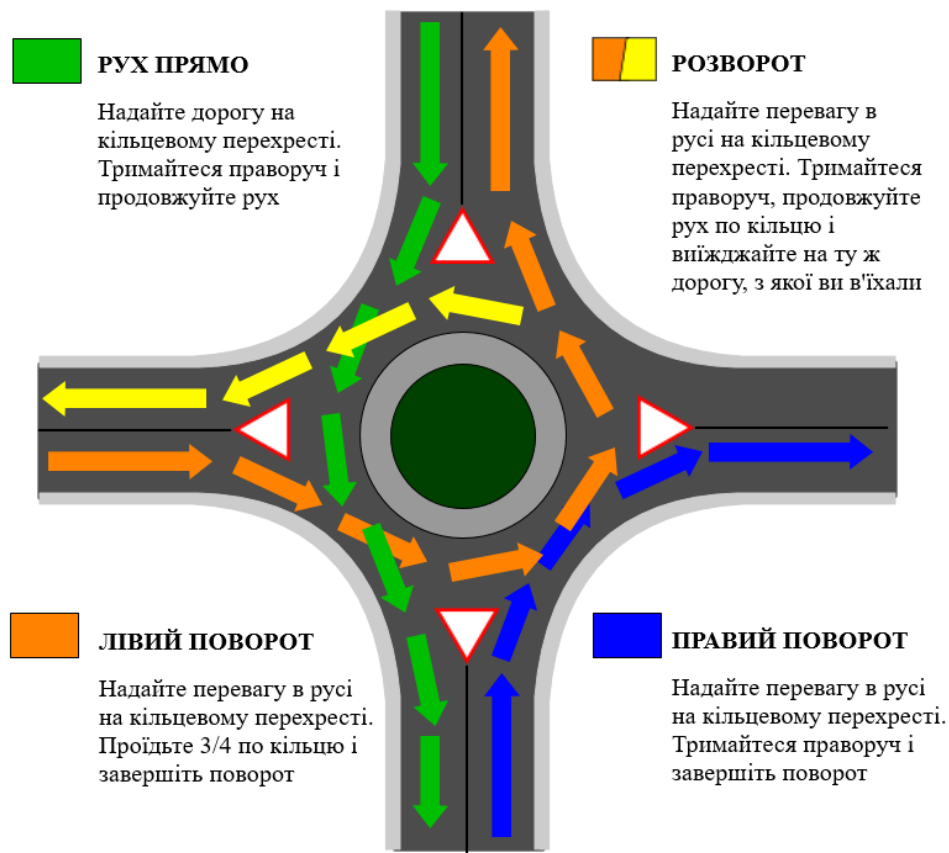


Рисунок 1 – Особливості проїзду перехрестя з круговим рухом

Ентузіазм щодо безпеки та високої пропускної здатності перехресть з круговим рухом призвів до суттєвого збільшення їх кількості. І навпаки, коли зростаючий попит на транспортні послуги призводить до того, що раніше побудовані перехрестя вже не справляються з поставленою задачею тоді їх перетворюють на інші типи перехресть.

Пропускна здатність на в'їзді є найважливішим експлуатаційним елементом сучасного перехрестя з круговим рухом, але не єдиним. Відхилення (зумисна зміна) траєкторії руху транспортного засобу та розв'язка на в'їзді також є важливими характеристиками, які відрізняють сучасне перехрестя з круговим рухом від невідповідного транспортного кола, яке не має цих характеристик. Інші характеристики включають розділювальні острівці на всіх під'їздах (для контролю швидкості в'їзду і стримування лівого повороту), хорошу видимість і освітлення, продумані дорожні знаки, відсутність пішохідних переходів через проїжджу частину з круговим рухом, розділювальні смуги перед пішохідними переходами і заборону паркування на кільцевій розв'язці.

Пропускна здатність перехрестя залежить від його типу, а також від організації дорожнього руху. Необхідна пропускна здатність перехрестя є важливою причиною для вибору типу перехрестя та організації дорожнього руху (рис. 2).

Перехрестя з круговим рухом проектується різних розмірів для різних цілей і умов. Навіть міні-кільцеві (діаметром до 25 метрів) ефективно знижують швидкість і підвищують безпеку, малі та середні кільцеві розв'язки мають діаметр від 25 до 40 метрів. Більші кільцеві розв'язки (діаметром понад 40 м) забезпечують більше розділення руху і більшу пропускну здатність [4].



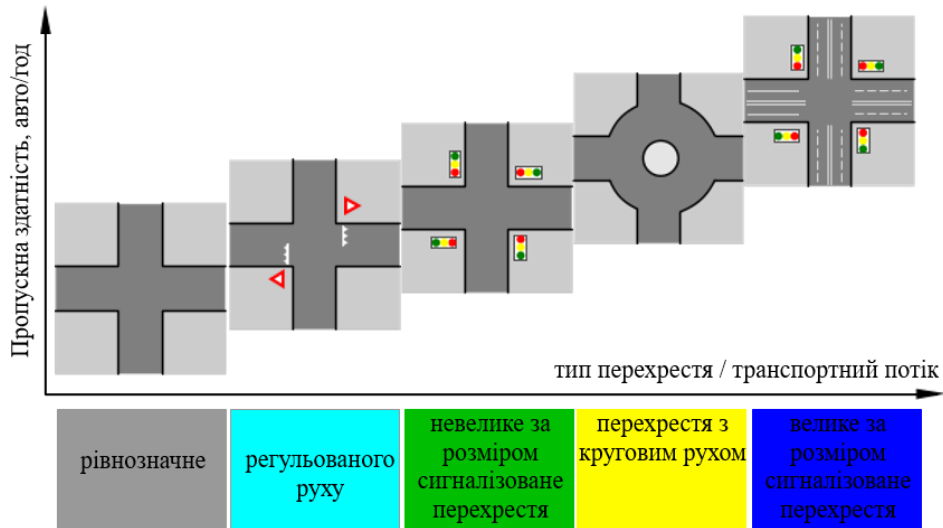


Рисунок 2 – Оцінка взаємозв'язку між пропускну здатністю, типом перехрестя та організацією дорожнього руху

Досліджено, що кільцеві розв'язки зменшують затори за рахунок відміни лівих поворотів, оскільки кожен під'їзд до кільця є перехрестям з вулицею з одностороннім рухом, водії не затримуються в транспортному потоці з двох напрямків і дозволено лише правий поворот з'їзду з перехрестя [5].

Фізична конфігурація сучасного перехрестя з круговим рухом, з відхиленням в'їздом і обмеженням швидкості на вхід у нього, змушує водія знижувати швидкість на під'їзді, в'їзді та під час руху в межах перехрестя з круговим рухом (це суперечить традиційному перехрестю, де багато водіїв заохочуються зеленим або жовтим світлом, щоб прискоритися, щоб швидко перетнути перехрестя і «проскочити на червоне світло», де дотичні під'їзди також заохочують або, принаймні, дозволяють швидкісний в'їзд на перехрестя).

Іншим важливим фактором безпеки є те, що єдиним рухом на в'їзді і виїзді з перехрестя з круговим рухом є правий поворот, що зменшує потенційну частоту і тяжкість аварій порівняно з аваріями, які зазвичай трапляються під час лівого повороту і коли транспорт перетинає перехрестя в перпендикулярних напрямках.

Автор Acharya Amarnath описує такі переваги і недоліки перехрестя з коловим рухом. Кільцеві перехрестя вважаються безпечнішими, ніж перехрестя з регульованим рухом, з наступних причин: нижчі швидкості руху транспортних засобів, що наближаються та рухаються по колу; швидкість регулюється як геометрією дороги, так і регулюючими знаками. До недоліків перехрестя з круговим рухом можна віднести: потреба більшої площі порівняно з перехрестям з регульованим рухом, надмірна кількість маневрів і змін швидкості під час його проїзду [6].

Кільцеве перехрестя зазвичай розраховане на інтенсивний рух зі швидкістю від 30 до 40 км/год. Нижче наведені фактори, які слід враховувати при проектуванні кільцевих доріг з точки зору безпеки та зручності:

1. Знизити швидкість руху транспорту, що наближається до перехрестя, заздалегідь встановивши знаки, що регулюють швидкість, та/або передбачивши круглі повороти на під'їздах до перехрестя.

2. Радіус кільцевої розв'язки навколо центрального острова зазвичай становить від 20 до 50 метрів. Однак радіус визначається на основі розрахунків переплетення та швидкості руху транспортних засобів. Чим більша необхідна довжина, тим більшим буде радіус. Довжина також залежить від кута перетину та відстані між під'їзними шляхами.

3. Кількість смуг для циркулюючого руху базується на очікуваній інтенсивності руху для бажаного рівня обслуговування. Чим вища інтенсивність руху, тим більшим буде розмір кільцевої розв'язки.

4. Передбачити більший радіус на з'їздах для прискорення руху до бажаних швидкостей на під'їзних дорогах.

5. Розміщення розділових острівців на під'їзних дорогах та радіуси в'їзду і виїзду повинні відповідати найбільшим/ідеальним шляхам руху транспортних засобів.

6. Зона безпеки достатньої ширини повинна бути передбачена поруч з проїжджою частиною для спрямування руху та уникнення зіткнення транспортних засобів, що повертають, з бордюрами.

Але переваги збільшення таких нововведень очевидні. Наприклад, у штаті Індіана, починаючи з 2016 року, було встановлено 256 кільцевих розв'язок замість світлофорів. Це зменшило кількість аварій, затримок, споживання пального, забруднення повітря та витрати на будівництво. Загалом, кількість смертельних випадків зменшилася на 90%, травм – на 76%, а кількість аварій за участю пішоходів – на 30-40%, повідомляє влада штату, додаючи, що кільцеві розв'язки також збільшують пропускну здатність доріг на 50% [7].

Таким чином, перехрестя з круговим рухом має власні визначальні характеристики, які можуть впливати на його безпечність та зручність проїзду, і неодноразово підтверджені науковцями. Однак потребують ретельного планування для конкретних дорожніх умов.

#### Список використаних джерел

1. Правила дорожнього руху України 2023. Київ : Моноліт. 2023. 80 с.
2. Кругове перехрестя. Вікіпедія : веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/S811aJ6> (дата звернення 02.03.2023).
3. Проїзд нерегульованого перехрестя з круговим рухом. Академія водіння : веб сайт. URL: <https://cutt.ly/L811EBf> (дата звернення 06.03.2023).
4. Roundabouts: A Direct Way to Safer Highways. Public Roads. Vol. 59, №2. 1995.
5. Roundabouts. Transportation engineering agency (TEA) : веб сайт. URL: <https://cutt.ly/q810p10> (дата звернення 08.03.2023).
6. Acharya Amarnath. Basics of Roundabout design. 2018. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/basics-roundabout-design-amarnath-acharya> (дата звернення 09.03.2023).
7. The US is saving lives - and energy costs - with this one radical change to its traffic system. World economic forum : веб-сайт. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2021/12/roundabouts-save-more-lives-than-traffic-lights/> (дата звернення 10.03.2023).

**Хитров Ігор Олександрович** – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: [i.o.khitrov@nuwm.edu.ua](mailto:i.o.khitrov@nuwm.edu.ua).

**Khitrov Ihor** – Candidate of Engineering Sciences (Ph. D), Associate Professor of the Transport Technology and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: [i.o.khitrov@nuwm.edu.ua](mailto:i.o.khitrov@nuwm.edu.ua).

УДК 629.1

Хорст Бруннер, д.т.н, проф.; Томас Унгер; Макаров В. А., д.т.н., проф.

## ПРО РОЗВИТОК ПРОГРЕСУ ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОДОРОГАХ НІМЕЧЧИНИ

*Розглянуто різновекторний вплив сукупності значущих факторів на систему досліджень та практичної діяльності GmbH VUFO, що функціонує при Технічному університеті Дрездена. Привернуто увагу на важливість розвитку нових знань і співробітництва в освітній та науковій галузі між технічними ВНЗ України і ФРН.*

*The multi-vector influence of a set of significant factors on the system of research and practical activity of GmbH VUFO, which functions at the Technical University of Dresden, is considered. Attention was drawn to the importance of the development of new knowledge and cooperation in the educational and scientific field between technical universities of Ukraine and Germany.*

**Вступ.** В ринкових умовах господарювання при кожному новому році випуску автомобілів поліпшується їх конструкція, зменшується аварійність на автодорогах і вплив колісного транспортного засобу (КТЗ) на довкілля та підвищується їх стійкість руху, поворотність, маневреність тощо. Одночасно стають неактуальними знання, які мають спеціалісти та отримують студенти. Тому можуть виникнути нові проблеми, що обумовлюють зростання імовірності ризику виникнення дорожніх транспортних пригод [1].

*Метою роботи є формування заходів для підтримки тенденції перманентного зниження аварійності на автомобільних дорогах планети.*

**Аналіз існуючих рішень.** Сутність розвитку напрямів успішної роботи по дослідженню аварійності на автомобільних дорогах та діючої практики зі зменшення імовірності ДТП була викладена на науково – технічних конференціях кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету та Державтотранс-НДІпроект в 2021 та 2022 роках.

**Результати дослідження.** В Німеччині на території Землі Саксонії успішно працює ТОВ по дослідженню аварійності на автодорогах (GmbH VUFO) [1]. Науковим керівником означеної організації є д.т.н., професор Х. Бруннер. Напрями роботи VUFO візуалізовані на рис. 1.

GmbH VUFO, яке функціонує в структурі Технічного університету Дрездена, перманентно розвиває різні аспекти своїх досліджень.

Під час роботи німецьких автомобільних заводів для створення нових транспортних засобів із системами допомоги водієві або високоавтоматизованими функціями водіння КТЗ потрібні відповідні варіанти їх поведінки. VUFO автоматично переносить необхідні сценарії аварій з GIDAS – PCM до Open DRIVE 1.6 та Open SCENARIO 1.0. Означені сценарії описують різні негативні варіанти розв'язки дорожніх транспортних ситуацій за різних просторових умов: відносно нескладної геометрії доріг.

Після двох років розробки, VUFO у листопаді випустив найбільший у світі каталог EES (Energy Equivalent Speed). Завдяки цьому веб-каталогу стають доступними унікальні портали із наборами даних про транспортні засоби та різні варіанти зіткнень за великою кількістю умов.

Наступний аспект віднесено для підвищення кваліфікації експертів та аналітиків аварійних ситуацій. Після успішного проведення різноманітних базових курсів, стажувань і навчальних занять з електронними даними, спеціалісти VUFO вирішили розширити та ще більше професіоналізувати спектр своїх семінарів і модулів додаткового навчання. Характерним прикладом може бути запланований намір проведення у 2023 році занять з

реконструкції аварій.

Останній аспект – домовленість між транспортним факультетом Технічного університету Дрездена та факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету про співробітництво при дослідженнях питань, що розглядаються в аналізі зниження аварійності на автодорогах, поліпшенні стійкості руху КТЗ, дослідженні причин ДТП та пов'язаних з ними роботах.



Рисунок 1 – Візуалізація дорожніх ситуацій з прикладами роботи GmbH VUFO

**Висновки.** Розвиток діяльності VUFO за наведеними вище аспектами досліджень та розширення професіонального спектру семінарів і модулів може обумовити зниження рівня аварійності на автомобільних дорогах. VUFO пропонує проведення практики студентам Технічного університету Дрездена, а також студентам технічних університетів, які співробітничують з транспортним факультетом Технічного університету Дрездена.

### Список літературних джерел

1. Хорст Бруннер, Хенрік Ліерс, Макаров В. А., Смирнов Є. В., Макарова Т. В. Про важливий досвід наукового дослідження та практичного зниження аварійності на автодорогах Німеччини. Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури: збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ: ДП «Державтотранс-НДІпроект», 2022. С. 31-34.

2. Verkehrsunfallforschung. URL: <https://www.vufo.de>.

**Хорст Бруннер** – д.т.н., професор, науковий керівник GmbH VUFO Технічного університету Дрездена, e-mail: [horst.brunner@vufo.de](mailto:horst.brunner@vufo.de).

**Томас Унгер** – інженер GmbH VUFO Технічного університету Дрездена, e-mail: [thomas.unger@vufo.de](mailto:thomas.unger@vufo.de).

**Макаров Володимир Андрійович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [makarov@vntu.edu.ua](mailto:makarov@vntu.edu.ua).

**Horst Brunner** – Doctor of Technical Sciences, Professor, scientific director of GmbH VUFO of the Technical University of Dresden, e-mail: [horst.brunner@vufo.de](mailto:horst.brunner@vufo.de).

**Thomas Unger** – engineer at GmbH VUFO of the Technical University of Dresden, e-mail: [thomas.unger@vufo.de](mailto:thomas.unger@vufo.de).

**Volodymyr Makarov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [makarov@vntu.edu.ua](mailto:makarov@vntu.edu.ua).

УДК 629.113

Цимбал С. В., к.т.н., доц.; Мельник Р. В.

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN У ТРАНСПОРТІ ТА ЛОГІСТИЦІ

*Технологія блокчейн, також відома як розподілений реєстр, має на меті здійснити революцію в управлінні даними, бізнес-процесами та транзакціями. Впровадження блокчейну, яке спочатку було започатковано як фінансова технологія, а потім як технологія ланцюгів поставок, поширилося на державне управління, транспорт і логістику. Про випадки використання в першій сфері вже повідомлялося, але мало що відомо про їхній вплив на транспорт і логістику, в тому числі на вантажні та пасажирські перевезення.*

*Blockchain technology, also known as a distributed ledger, aims to revolutionize the management of data, business processes and transactions. Originally started as a financial technology and later as a supply chain technology, blockchain adoption has spread to government, transportation and logistics. Cases of use in the first area have already been reported, but little is known about their impact on transport and logistics, including freight and passenger transport.*

**Вступ.** Зростає важливість безперешкодного процесу, в якому мобільність товарів і послуг безпроблемно переміщується між кордонами. Існує потреба в більш тісному узгодженні між транспортною інфраструктурою, включаючи митниці, аеропорти, порти, залізничні та автомобільними дорогами. Цифрова інфраструктура, включаючи хмарні технології, управління розвідданими, платіжні системи і паспортизацію, для забезпечення цих потреб має першорядне значення. Така інтеграція може посилити торговельні відносини і трансформувати глобальний ланцюг поставок. Вона також може трансформувати те, як ресурси і можливості в цьому середовищі можуть стати більш спільними в машинній економіці.

**Основна частина.** Дослідження під керівництвом промисловості, уряду або академічних кіл можуть надати нові ідеї для посилення трансформаційного впливу на вирішення проблем, що виникають у державному та приватному виробництві та сфері послуг. Існує потреба в дослідженнях у мультимодальному транспортно-логістичному середовищі, особливо тому, що включає старі та новітні системи.

Трансдисциплінарність цього питання очевидна; багато дисциплін зацікавлені і різні сторони повинні співпрацювати для того, щоб повною мірою скористатися перевагами блокчейну та пов'язаних з ним технологій. Необхідні різні методології для дослідження. Ймовірно, необхідні емпіричні дослідження, а також нові теоретичні обґрунтування, концепції, моделі та методи. Демонстрація впровадження блокчейну в пов'язаних з ним ланцюжках поставок, виробництві та секторах послуг для транспорту і логістики, таких як автомобільна промисловість, авіація, судноплавство, залізнична мережа, служби таксі, експедиція, служба доставки, подорожі, вимагають розробки і синтезу.

Транскордонні торговельні вантажопотоки є однією з найскладніших операцій в управлінні транспортом і логістикою. Цей вантажопотік зазвичай включає транзакції та обмін даними, в тому числі перевірку тарифів, податків та імпортих/експортих мит, перевірку безпеки (якщо це можливо), перевірку товарів і постачальників логістичних послуг у вихідних і вхідних портах. Для управління пасажирськими потоками між кордонами також мають місце аналогічні процеси і вимоги до часу. Ефективне управління транскордонними вантажними і пасажиропотоків є критично важливими для комерції.

Для управління транскордонними перевезеннями впроваджуються різні передові технології. Ці технології включають розпізнавання облич, штучний інтелект, біометрію, робототехніку, лазерні та інфрачервоні технології. Наприклад, розпізнавання облич використовується в деяких великих аеропортах для реєстрації пасажирів і посадки на літак, а лазерні та інфрачервоні технології використовуються для відстеження товарів у контейнерах.

Блокчейн швидко розвивається, допомагаючи покращити відстеження вантажних торговельних потоків через кордони. Він не покликаний замінити передові фізичні технології, а слугує децентралізованим розподіленим реєстром, який адмініструє транзакції даних та автентифікацію товарів і послуг через кордони. Блокчейн є актуальним у таких операціях завдяки здатності показувати чіткі видимість і ланцюжок відповідальності за кожну транзакцію. Це досягається за допомогою доказів роботи та смарт-контрактів; особливо, коли задіяно кілька видів транспорту, логістичних служб і компаній. Як наслідок, це полегшить процес дотримання митних правил і норм, що діють у відповідній географічній зоні. Крім того, оскільки він є незмінним, автентифікація квитанцій про отримання товарів і послуг може бути ефективно виконана.

Для управління транскордонними торговельними потоками товари високої вартості зазвичай підлягають ретельному моніторингу. Блокчейн може відігравати ключову роль у таких випадках транспортування. З іншого боку, товари, які є легкою мішенню для підробки - наприклад, медичні та фармацевтичні продукти - також можуть отримати вигоду від блокчейну. Можна знайти багато прикладів, наприклад використання блокчейну для ланцюга постачання діамантів, впровадження блокчейну в аеропортах та морських портах.

Потреба в більш ефективному транскордонному управлінні зумовила попит на застосування блокчейну в транспорті та логістиці; цей попит зростає разом з іншими передовими технологіями. Транскордонне управління з підтримкою блокчейну є одним з основних напрямків для майбутніх досліджень і масштабування блокчейну.

Блокчейн описують як систему, що не викликає довіри. "Без довіри" означає, що не потрібно довіряти конкретним учасникам транзакції для того, щоб вона відбулася. Транзакція відбудеться завдяки певному набору правил і алгоритмів - протоколу - блокчейн-платформи. Парадигма відсутності довіри розподіляє роль схвалення транзакцій між кількома учасниками мережі. Це робить довіру неактуальною. Але довіра не обмежується лише цією характеристикою; вона є однією з найголовніших і найпопулярніших особливостей блокчейну. Існує багато інших характеристик, які можуть сприяти зміцненню довіри до ланцюгів поставок, транспорту і логістики, що підтримуються блокчейном. Інший вимір довіри полягає у створенні або збільшенні прозорості, особливо в ланцюгах поставок, також є частиною побудови довіри за допомогою технології блокчейн. Хоча прозорість може не підтримуватися конкурентними ринками, які можуть розглядати інформаційну асиметрію як конкурентну перевагу, існують ситуації, коли прозорість зміцнює довіру і може бути конкурентною перевагою.

Ефективна довіра має кілька вимірів, включаючи довіру до автентифікації, довіру до доступу до ресурсів, довіру до делегування повноважень, довіру до надання послуг та довіру до інфраструктури.

Перспектива "нам немає чого приховувати" може побудувати довіру з клієнтами, замовниками та учасниками ланцюга поставок. Наприклад, показуючи, наскільки добре транспортна організація управляє екологічними ресурсами та викидами за допомогою інформації є доступною для громадськості та партнерів, може зміцнити довіру до того, чи добре компанія працює з екологічними факторами, а не "відмиває" екологію. Прозорість, надійність інформації та її незмінність разом сприяють довірі - все це теоретично існує в сучасних блокчейн-системах.

Управління блокчейном - це «вулиця з двостороннім рухом». Технологія блокчейн вимагає відповідного управління для її функціонування. Вона впливає на управління транспортом, логістикою та ланцюгами поставок.

Важливим аспектом управління блокчейном є те, що індустріальна екосистема блокчейну, провайдери, платформи, розробники та користувачі повинні мати спільну мову. В даний час, як в академічному, так і в практичному плані, технологія блокчейн є суперечливою концепцією. Спірна концепція означає, що різні зацікавлені сторони - як в межах однієї, так і в межах різних груп - мають власні визначення, погляди і тлумачення блокчейну та його елементів.

Відсутність загального консенсусу - за винятком, можливо, консенсусу щодо потенціалу блокчейну та його ажіотажу - є критичною бар'єром на шляху впровадження блокчейну.

Таким чином, з'явилися зусилля по розробці стандартів як всередині, так і між галузями. Дві основні ініціативи щодо стандартів блокчейну включають в себе ініціативи Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) і IEEE Society.

Технічний комітет ISO/TC 307 є групою, відповідальною за розробку стандартів для технологій блокчейн і розподіленого реєстру. В даний час існує шість спеціальних і робочих груп, які розробляють стандарти на фундамент; безпеку; конфіденційність та ідентифікацію; смарт-контракти; управління та варіанти використання. Кожна з цих сфер, перетинаються і можуть бути досить широкими з точки зору організаційних, політичних та технічних аспектів. Багато з цих стандартів в даний час знаходяться на ранніх стадіях розробки, представляючи собою кілька встановлених і узгоджених стандартів, а отже, мають обмежене структуроване управління.

**Висновки.** Виходячи з вище написаного можна зробити наступні висновки:

1. Зміна досвіду та інфраструктури транспорту і логістики в бік інтелектуального середовища, що вимагає інтеграції між фізичною та цифровою інфраструктурою, а також захищеного потоку ресурсів для забезпечення безпечного обміну даними і ресурсами між вузлами, і зацікавленими сторонами в ланцюзі поставок.

2. З академічної точки зору, все ще потрібно - теорія для розуміння, пояснення і подальшого успішного впровадження технології блокчейн. Організаційні зміни, соціальна взаємодія, індивідуальне сприйняття і теорії глобальної торгівлі - все це приклади теоретичних і академічних досліджень, необхідних на різних рівнях для повного розуміння та інтеграції блокчейну в транспорті і логістиці.

#### Список літературних джерел

1. Feng, Q., D. He, S. Zeadally, M. K. Khan, and N. Kumar. 2019. "A Survey on Privacy Protection in Blockchain System". *Journal of Network and Computer Applications* 126: 45–58.
2. Cole, R., M. Stevenson, and J. Aitken. 2019. "Blockchain Technology: Implications for Operations and Supply Chain Management." *Supply Chain Management: An International Journal* 24 (4): 469–483.
3. Kouhizadeh, M., J. Sarkis, and Q. Zhu. 2019. "At the Nexus of Blockchain Technology, the Circular Economy, and Product Deletion". *Applied Sciences* 9 (8): 1712.
4. Philipp, R., G. Prause, and L. Gerlitz. 2019. "Blockchain and Smart Contracts for Entrepreneurial Collaboration in Maritime Supply Chains". *Transport and Telecommunication Journal* 20 (4): 365–378.

**Цимбал Сергій Володимирович** – к.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету Вінниця, e-mail: [tsymbal\\_s\\_v@ukr.net](mailto:tsymbal_s_v@ukr.net);

**Мельник Руслана Володимирівна** – аспірантка кафедри АТМ, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [ruslaana69@gmail.com](mailto:ruslaana69@gmail.com)

**Serhiy Tsymbal** - Ph.D., associate professor, head of the Department of Automobile and Transport Management of Vinnytsia National Technical University, e-mail: [tsymbal\\_s\\_v@ukr.net](mailto:tsymbal_s_v@ukr.net);

**Rulana Melnyk** - graduate student of the Department of ATM, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [ruslaana69@gmail.com](mailto:ruslaana69@gmail.com)



УДК 621

Чернега В. Ю.; Мамчур В. В.; Макаров В. А., д.т.н., проф.

## ДО ПИТАННЯ ПОГЛИБЛЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «КОЛЕСО-ДОРОГА»

*Розглянуто напрям дослідження щодо можливості зниження забруднюючих впливів на довкілля системи «Колесо-дорога». Проведений аналіз на прикладі широкого використання легкових автомобілів.*

*The direction of research on the possibility of reducing polluting effects on the environment of the "Wheel-Road" system was considered. The analysis was carried out on the example of the widespread use of passenger cars.*

**Вступ.** Раніше в роботі [1] була сформована концепція, виконання якої може обумовити зменшення забруднюючих і токсичних викидів системи «Колесо-дорога» на господарство, суспільство та первинну природу планети. Для зниження забруднюючих викидів (ЗВ) колісних транспортних засобів (КТЗ), що ініціюють двигуни внутрішнього згоряння, виконано багато наукових робіт. Потім було прийняте радикальне рішення-економічно розвинених країн -- зробили поворот розвитку автомобілів в бік використання електричних двигунів [2]. Але ЗВ в довкілля, щодо викиду система КД є такими ж великими, як негативний вплив двигунів внутрішнього згоряння. Тому проблемою є виконання досліджень в полі тяжіння викидів продуктів зносу еластичного колеса та порушень цілісності дорожнього покриття.

**Метою роботи** – аналіз особливостей викидів продуктів зносу протектору шини КТЗ з електричним приводом.

Аналіз існуючих рішень. При розгляді джерел інформації можна виокремити наступне: важливо виконати необхідні роботи з технічних впливів для шин та коліс [3].

**Результати аналітичного дослідження.** Значущим є вибір еластичного рушія з інноваційним рисунком протектору з тонкими ламелями. Це збільшує площу контакту з дорогою, що дозволяє раціонально використовувати значно більший крутний момент для електромобіля. Вдалий вибір протектору не дає можливості доступу звукових хвиль в каналах, зменшуючи внутрішній шум в шині та зовнішній рівень сили звуку при обертанні коліс. Конструкція шини повинна бути розрахована для підтримки додаткової ваги електромобіля, яка обумовлена батареєю. При цьому буде дотримуватися раціональна глибина канавок протектора для формування сил (тягової, гальмівної та бічної), в зоні контакту еластичного рушія з дорогою.

Шини Pureback екологічно чисті, що можуть знизити забруднення довкілля до необхідного рівня ( в тому числі шляхом збору викинутих частинок мікропластики).

Шини Bridgestone формують сигнал (рис.1) про рівень зносу шин чи пошкодження протектора. Означені рушії мають мітки радіочастотної ідентифікації (RFID), що дозволяє підключитися до відповідного сервісу та передавати дані в просторі. Це дозволить вчасно виконувати технічний вплив або заміну шин.

Використання означених вище рушіїв дозволить водіям КТЗ з електродвигунами вірно керувати електромобілями. Слід урахувати ту обставину, що стиль водіння автомобілем з електродвигуном значуще впливає на інтенсивність зносу протектора.

Випуск таких шин планується налагодити спочатку для вантажівок та автобусів, а пізніше – для легкових КТЗ.

Слід звернути увагу на інноваційний еластичний рушій Goodyear AERO, який створений на основі непневматичної шини (рис 2).

Означена конструкція дозволяє відслідковувати дорожні умови, величину зносу протектора та цілісність колеса. Інформація сенсорів та дані, що отримані від інших КТЗ можуть аналізувати штучні інтелектом (ШІ) та пропонувати алгоритм для наступного режиму руху автомобіля. При цьому можна вирішувати проблеми, які виникають під час переміщення КТЗ, в тому числі раптові та випадкові.

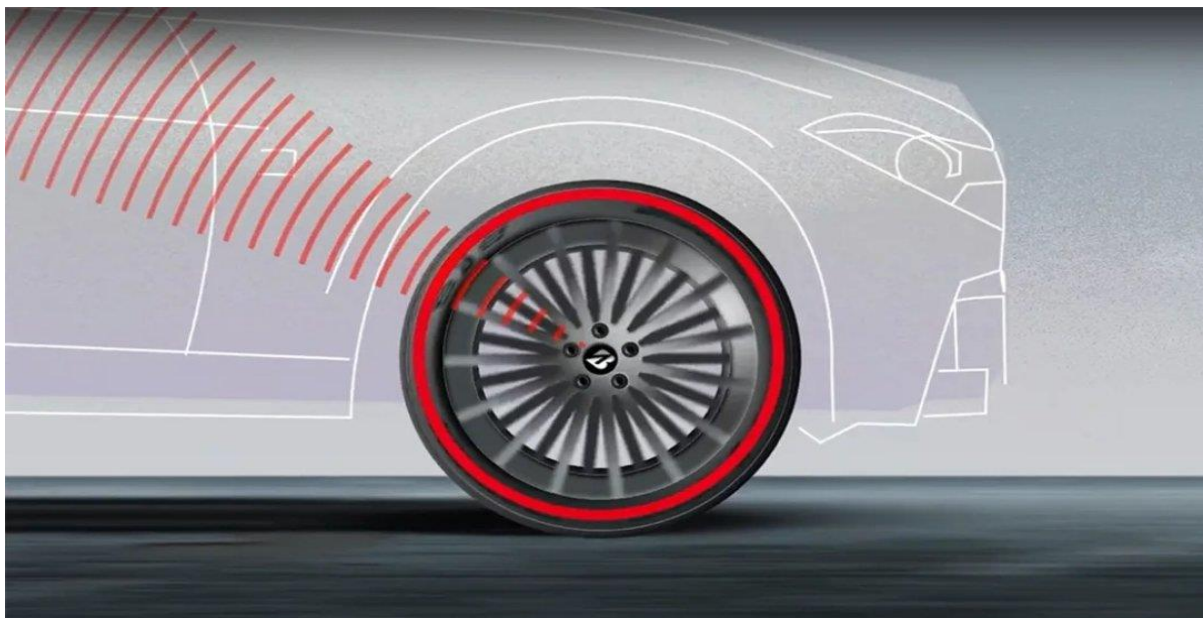


Рисунок 1- Мнемосхема щодо безконтактного сигналу від інтелектуальної шини Bridgestone в просторі.



Рисунок 2 - Візуалізація загального вигляду еластичного рушія Goodyear AERO

Представлена концепція розвитку колеса для КТЗ висвітлює майбутні аспекти розвитку автомобілебудування, а також пов'язані з ними напрями прогресу технологій машинобудування та транспортних технологій.

Останні технології часто раціонально розвивати також сумісно за підтримки будівельних рішень (аналіз інвестиційних проектів, намірів місцевих жителів та мігрантів, можливостей будівельних компаній тощо).

Згідно з результатами тестів Goodyear, традиційні шини мають інтенсивність зносу протектора на 30% більше, при використанні на електромобілях завдяки впливу, високої ваги батареї та більш високого крутного моменту, максимум якого доступний з миттєвості старту КТЗ.

**Висновки.** Аналіз особливостей зносу протектора шин, які використовуються на електромобілях, виявив зростання його інтенсивності на 30%. Для зниження інтенсивності необхідно використовувати еластичні рушії з рисунками протектора, який ураховує більший крутний момент, що передається на колеса з миттєвості старту. КТЗ та зростання вертикального навантаження на колесо. Використання інтелектуальних шин може суттєво поліпшити стиль водіння електромобіля, який значуще впливає на маневреність та стійкість руху КТЗ. Кочення екологічно чистих коліс може суттєво знизити токсичність викидів з системи «Колесо-Дорога».

Процес автомобільних транспортних технологій має тісний зв'язок з розвитком технологій автомобілебудування.

### Список літературних джерел

1. Чернега В.Ю. До оцінки ефективності функціонування системи «Колесо-Дорога». / Макарова Т.В., Макаров В.А., Чернега В.Ю. // XV міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» - Житомир, 2022р., С. 93-94.

2. Ruth Blanck, Johanna Kresin, Stefan Klinski Umweltrecht an der HWR Berlin Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und international Beispile. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-reformbedarf-der>.

3. Макаров В.А. Поліпшення курсової стійкості руху легкового автомобіля за підтримки еластичних рушіїв. / Макаров В.А., Макарова Т.В., Борисюк Д.В., Вдовиченко О.В. // Монографія – Вінниця: ВНТУ, 2022. (PDF, 211 с.). URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/697>

**Чернега Віталій Юрійович** – аспірант, аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-meil: [vitalij019283@gmail.com](mailto:vitalij019283@gmail.com).

**Мамчур Віталій Вячеславович** – студент, студент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-meil: [vital118050@gmail.com](mailto:vital118050@gmail.com).

**Макаров Володимир Андрійович** – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-meil: [makarov@vntu.edu.ua](mailto:makarov@vntu.edu.ua)

**Vitalij Chernega** – graduate student, graduate student of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [vitalij019283@gmail.com](mailto:vitalij019283@gmail.com).

**Vitaliy Mamchuk** – student, student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [vital118050@gmail.com](mailto:vital118050@gmail.com).

**Volodymyr Makarov** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [makarov@vntu.edu.ua](mailto:makarov@vntu.edu.ua)

УДК 629.3

Чуйко С. П., д.ф.; Кравченко О. П., д.т.н., проф.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ОСНОВІ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

*Енергоефективність автобусних перевезень є процесом заощадження енергії і забезпечення максимальної ефективності її витрати. Фактором підвищення енергоефективності пасажирських перевезень автобусами є створення належної законодавчої та нормативної бази щодо вимог енергоспоживаючих технологій в галузі.*

*Energy efficiency of bus transportation is a process of saving energy and ensuring the maximum efficiency of its consumption. A factor in increasing the energy efficiency of passenger transportation by buses is the creation of an appropriate legislative and regulatory framework regarding the requirements of energy-consuming technologies in the industry.*

**Вступ.** Аналізуючи становище пасажирського автомобільного транспорту в загальній транспортній структурі вітчизняної і зарубіжної економіки слід відзначити, що в найближчій перспективі основні тенденції його розвитку спрямовані на якість і безпеку перевезень на основі впровадження сучасної комп'ютерної техніки та технологій, а також енергозбереження.

Як відомо, тенденції енергоспоживання різноманітними видами транспорту в Європі зростають і у такому зростанні переважає автомобільний транспорт.

**Результати дослідження.** Енергоефективність у транспорті є важливим питанням серед багатьох інших питань, які пов'язані з транспортною політикою, починаючи від вдосконалення технологій до організації дорожнього руху та закономірних технологічних змін.

Директива (ЄС) 2019/1161 Європейського Парламенту та Ради від 20 червня 2019 року про внесення змін до Директиви 2009/33/ЄС «Про сприяння екологічно чистим та енергоефективним транспортним засобам» визначає «Чистий транспортний засіб». Сюди відноситься будь-який автомобіль або мікроавтобус, який відповідає таким пороговим значенням викидів [1]:

- до 31 грудня 2025 року: не більше 50 г/км CO<sub>2</sub> і до 80% застосованих обмежень реальних викидів під час руху для NO<sub>x</sub> і PN;

- з 1 січня 2026 року: лише транспортні засоби з нульовим рівнем викидів.

Це відноситься до будь-якого автобуса, що використовує одне з таких альтернативних видів палива як: водень, електричний акумулятор (включаючи гібриди), природний газ (як CNG, так і LNG, включаючи біометан), рідке біопаливо, синтетичне та парафінове паливо, зріджений газ. Просування екологічно чистих транспортних засобів має відбуватися паралельно з подальшим розвитком громадського транспорту. Директивою вбачається досягнення принаймні половини цільового показника використання чистих автобусів у кожному періоді шляхом закупівлі автобусів з нульовим рівнем викидів [2].

На рис. 1 показано гіпотетичний підхід, де прогнозується підвищення ефективності для досягнення довгострокової мети щодо скорочення CO<sub>2</sub> для транспортного сектору. Приклад передбачає базовий підхід зі зменшення на 50% викидів CO<sub>2</sub> від пасажирського, вантажного та інших видів транспорту. Екологічний ефект утворюється за рахунок зменшення кількості шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна автомобіля при зменшенні кількості спожитого палива.

Одним із основних напрямлень досконалості перевізного процесу є підвищення енергетичної ефективності автомобільного транспорту шляхом зниження енергоємності перевізного процесу при експлуатації рухомого складу [3].

Зниження собівартості пасажирських перевезень представляє собою головний фактор підвищення економічної ефективності роботи підприємств пасажирського транспорту. Отже, зниження собівартості перевізного процесу може бути досягнуто за рахунок використання як екстенсивного, так і інтенсивного характеру розвитку виробництва.

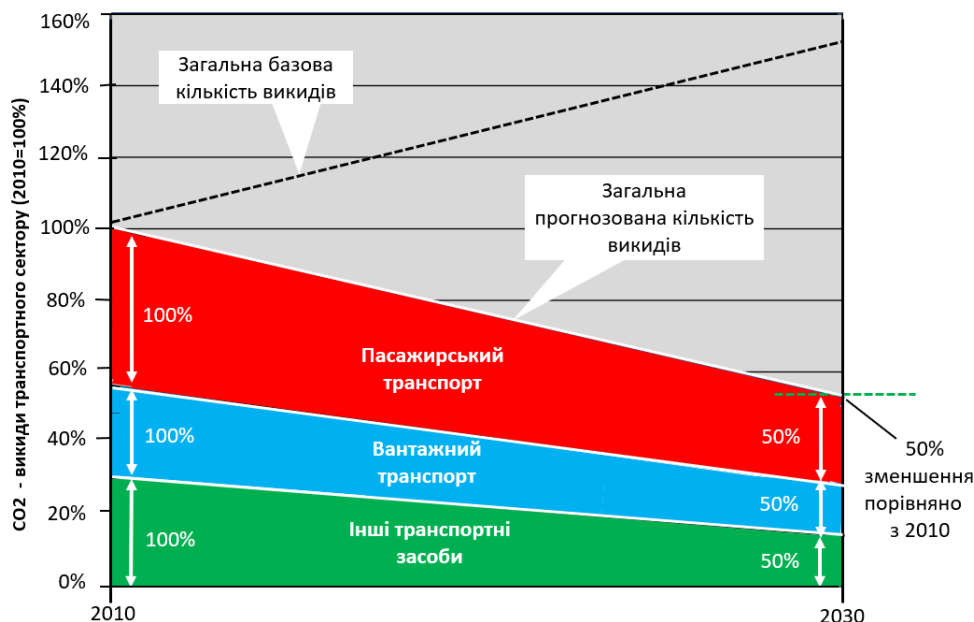


Рисунок 1 - Очікуваний приклад показників обсягу скорочення викидів CO<sub>2</sub> до 2030 р. у порівнянні з 2010р., як фактор зниження енергоємності у транспортному секторі

При першій групі факторів підвищується якість обслуговування пасажирів, але при цьому потребуються додаткові капітальні вкладення і експлуатаційні витрати. Найважливішим екстенсивним фактором підвищення економічності пасажирського транспорту є оновлення його новими видами рухомого складу. При цьому слід враховувати що розглядувана група не завжди дає найбільший економічний ефект, а оновлення парку повинно супроводжуватись його більшим інтенсивним використанням.

До інтенсивних факторів зниження собівартості пасажирських перевезень можна віднести:

- економія палива і змащувальних матеріалів;
- підвищення продуктивності роботи рухомого складу на лінії за рахунок моніторингу транспортного процесу;
- оптимізація маршрутизації з урахуванням сезонності;
- цифровізація управління і адміністративних процесів;
- застосування і розвиток раціональних технологій ТО і ПР;
- перепідготовка водіїв і інженерно-технічного персоналу.

За останні два десятиліття екологічні показники та енергоефективність звичайних транспортних засобів значно покращилися за допомогою технічних і нетехнічних заходів.

При розгляді технічних заходів для підвищення паливної ефективності автобусів доцільно розрізняти варіанти, які можна використовувати в короткостроковій та середньостроковій перспективі, які можуть стати продуктивними в довгостроковій перспективі.

Загалом технічні заходи щодо підвищення енергоефективності пасажирського автомобільного транспорту можна згрупувати в категорії:

- Покращення ефективності двигуна внутрішнього згорання.
- Покращення ефективності трансмісії (вдосконалені коробки передач).
- Альтернативні силові установки (гібридні, на паливних елементах, акумуляторно-електричні).

- Зниження власної ваги.
- Зменшення факторів опору: покращена аеродинаміка, низький коефіцієнт кочення шини, мастильні матеріали з низькою в'язкістю.
- Енергоефективне допоміжне обладнання: покращені системи кондиціонування повітря, водяні насоси, електропідсилювач керма тощо.

Сутність впровадження низки нетехнічних заходів для зменшення споживання палива переплітається з інтенсивними факторами зниження собівартості пасажирських перевезень. Однак очікується, що в довгостроковій перспективі ефективність екологічного водіння зменшиться через впровадження енергоефективних транспортних засобів за рахунок підвищення ефективності двигуна при частковому навантаженні, заходів дорожнього руху.

**Висновок.** Принциповою умовою підвищення енергоефективності пасажирських перевезень автобусами є створення такої законодавчої та нормативної бази вимог до енергоспоживаючих технологій, яка сприяла б неможливою експлуатацію в країні енергетично неефективних транспортних засобів, які не відповідають світовому рівню.

При розробці такої правової бази необхідно враховувати існуючий стан економіки країни та велику інерційність оновлення рухомого складу. Тому створення і впровадження в життя правової бази енергозбереження повинно проходити в кілька етапів. Перш за все необхідно забезпечити неможливість розвитку окремих автопідприємств за рахунок впровадження енергетично неефективних, застарілих транспортних засобів. Це може бути досягнуто за рахунок законодавчо визначених обмежень. Наприклад, недопущення до участі у конкурсі автобусів, термін експлуатації яких більше трьох років, двигун не відповідає належному екологічному стандарту, наявність належної матеріально-технічної база, підвищені вимоги до кваліфікації персоналу автомобільного перевізника.

Важливим фактором підвищення енергоефективності є забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки всіх суб'єктів господарської діяльності в сфері міських пасажирських перевезень.

#### Список використаних джерел

1. [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/clean-and-energy-efficient-vehicles/clean-vehicles-directive\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/clean-and-energy-efficient-vehicles/clean-vehicles-directive_en).
2. ДИРЕКТИВА (ЄС) 2019/1161 ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ ТА РАДИ: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1161/oj/>
3. Чуйко С.П. Екологічна модернізація наземного міського громадського транспорту. Тези Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених "Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції", 30 листопада 2022 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2022. – С. 34-35.

**Чуйко Сергій Петрович** – док. філософії, голова циклової комісії транспортні технології (на автомобільному транспорті), Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету», 10004, м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 2. e-mail: [expertauto@ukr.net](mailto:expertauto@ukr.net)

**Кравченко Олександр Петрович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103. e-mail: [avtoap@ukr.net](mailto:avtoap@ukr.net)

**Chuyko Serhiy** - doc. of philosophy, head of the cycle commission transport technologies (on road transport), Separate structural unit "Zhytomyr Automobile and Road College of the National Transport University", 10004, Zhytomyr, st. Velyka Berdychivska, 2. e-mail: [expertauto@ukr.net](mailto:expertauto@ukr.net)

**Kravchenko Oleksandr** - doctor of technical sciences, professor, professor of the department of automobiles and transport technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, 10005, Zhytomyr, str. Chudnivska, 103. e-mail: [avtoap@ukr.net](mailto:avtoap@ukr.net)

УДК 656.13

Чуйко С. П., д.ф.; Прохорчук М. В.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СЕНСОРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

*Виконаний аналіз сучасних технологій в інтелектуальних транспортних системах. Приведені механізми сенсорних технологій, які орієнтовані на підвищення безпеки і ефективності транспортного процесу, комфортності для водіїв і користувачів транспорту.*

*The analysis of modern technologies in intelligent transport systems was carried out. Mechanisms of sensor technologies, which are aimed at increasing the safety and efficiency of the transport process, comfort for drivers and transport users, are presented.*

Інтелектуальні транспортні системи (ITS) забезпечують транспортні рішення, використовуючи найсучасніші інформаційні та телекомунікаційні технології. Це інтегрована система людей, доріг і транспортних засобів, розроблена для значного сприяння підвищенню безпеки дорожнього руху, ефективності та комфорту, а також збереження навколишнього середовища шляхом забезпечення більш безпечного дорожнього руху шляхом зменшення заторів. Транспортні системи стали фундаментальною основою економічного зростання всіх країн чим підвищують якість життя.

Як відомо, ефективне функціонування ITS значною мірою залежить від платформи, яка використовується для доступу, збору та точної обробки даних з навколишнього середовища. За останнє десятиліття сенсорна технологія стала повсюдною і привернула багато уваги.

Сенсорні платформи загалом класифікуються на дві категорії. Перша категорія – це внутрішньо автомобільна сенсорна платформа, яка збирає дані про стан автомобіля. Друга категорія, міські сенсорні платформи, які використовуються для збору інформації про стан дорожнього руху [1].

В сучасних програмах ITS реалізується функція по передачі інформації і здійсненню моніторингу по ряду технічних параметрах системи, як з бортових датчиків, так і з бортових комп'ютерів- контролерів електронних систем управління робочими процесами вузлів, агрегатів і систем автомобіля [2]. Сенсорна технологія є важливим компонентом, який використовується для збору даних під час виконання транспортного процесу і взаємодією з інфраструктурою.

Автомобільні виробники наразі приділяють великий інтерес автомобільним датчикам і відповідним додаткам ІТС. Кількість датчиків у транспортному засобі постійно збільшується через їх доведені переваги, представлені в запобіганні аварійних ситуацій, ефективності керування автомобілем, моніторингу транспортного процесу тощо. За окремими підрахунками, середня кількість може досягати до 200 датчиків на один транспортний засіб [3].

Як відомо, моніторинг руху вантажного і міського пасажирського транспорту, на сьогоднішній день, здійснюється за допомогою встановлених бортових навігаційних терміналів супутникового моніторингу GPS.

До таких об'єктів на автомобільному транспорті можна віднести окремі транспортні засоби, транспортні потоки та підприємства дотичні до діяльності транспорту. В залежності від виконуваних задач, серед інтелектуальних систем моніторингу транспорту, впершу чергу, можливо виділити системи моніторингу технічних показників транспортних засобів і транспортних потоків, таких як швидкість руху, режим руху, локація, технічний стан транспортного засобу, витрата палива тощо [4].

На рис. 1 показано деякі найбільш широко використовувані датчики у вантажних транспортних засобах за зовнішньою характеристикою.



Рисунок 1 - Основні типи автомобільних датчиків

Зі збільшенням кількості дорожньо-транспортних пригод з тяжкими наслідками і розвитком інформаційних та комунікаційних технологій, автомобільні датчики були додані в транспортний засіб та лягли в основу багатьох систем підвищення безпеки. Ці датчики безпеки можна додатково класифікувати на багато типів. Оскільки мета дослідження — аналізувати підходи на потенційні послуги та системи, визначення датчиків, які можна використовувати в автомобілі, ми класифікуємо датчики в транспортному засобі відповідно до сфери їх застосування (рис. 2).

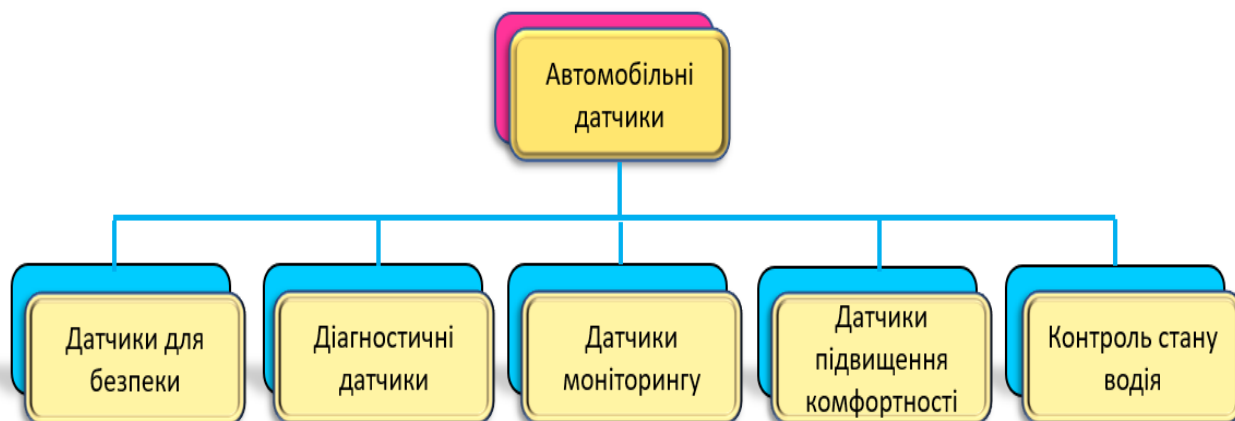


Рисунок 2 - Категорії автомобільних датчиків

По мірі збільшення щільності транспортного потоку основна проблема заключається у збільшенні пропускної здатності на перехрестях і в той же час підвищення безпеки для учасників руху. Запропоновано ряд інноваційних рішень управління рухом основу яких складають інтелектуальні дорожні датчики. За принципом дії датчики дорожнього руху можна розділити на три групи: контактного типу, випромінювання, вимірювання параметрів електромагнітних систем [2].



Інформацію про характеристики транспортного потоку у містах при організації дорожнього руху, як і при дослідженні транспортних потоків можливо отримати безпосереднім спостереженням з фіксацією необхідних параметрів. Ідентифікація транспортних засобів є найважливішим компонентом будь якої системи управління дорожнім рухом, яка входить в інтелектуальну транспортну систему.

Класифікація датчиків, які використовуються для ідентифікації транспортних засобів представлена на рис. 3.



Рисунок 3 - Класифікація найбільш розповсюджених датчиків дорожнього руху [2]

**Висновки.** Датчики будуть відігравати стратегічну роль для ІТС в майбутньому. Їхнє використання дозволяє розробляти широкий спектр додатків для забезпечення безпеки дорожнього руху, розваг для керування рухом і допомоги водію. Датчики забезпечують механізм збору даних, пов'язаних з транспортним контекстом (наприклад, дорожніми умовами, умовами руху, умовами транспортного засобу), які можуть бути інтегровані з існуючими транспортними системами для пом'якшення деяких проблем, з якими стикалися минулі і нинішні транспортні системи. Використання аналітичних і статистичних методів демонструє реальний потенціал інтеграції датчиків із ІТС. Ця інтеграція є перспективним напрямком досліджень, який розширить можливості розробки широкого спектру інтелектуальних додатків наступного покоління, спрямованих на підвищення безпеки і управління рухом існуючих та майбутньої транспортної системи.

#### Список використаних джерел

1. Guerrero-Ibáñez, J.A.; Zeadally, S.; Contreras-Castillo, J. Integration challenges of Intelligent Transportation Systems with Connected vehicle, cloud computing, and Internet of thing Technologies. *IEEE Wirel. Commun. Mag.* 2015, 22, 122–128.
2. Волков В. П., Матейчик В. П., Грицук И. В., Волков Ю. В. Інтелектуальні системи управління працездатністю автомобілів / Волков В. П., Матейчик В. П., Грицук И. В., Волков Ю. В. під ред. Волкова В. П. Харків : Майдан, 2016. 503 с.
3. Automotive Sensors and Electronics Expo. Available online: <http://www.automotivesensors2017.com> (accessed on 11 October 2017).
4. Abdelhamid, S.; Hassanein, H.S.; Takahara, G. Vehicle as a Mobile Sensor. *Procedia Comput. Sci.* 2014, 34, 286–295.

**Чуйко Сергій Петрович** – док. філософії, голова циклової комісії транспортні технології (на автомобільному транспорті), Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету», 10004, м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 2. e-mail: [expertauto@ukr.net](mailto:expertauto@ukr.net)

**Прохорчук Марина Володимирівна**, викладач спецдисциплін, магістр з транспортних технологій, Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету», 10004, м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 2. e-mail: [maribel.dictu@gmail.com](mailto:maribel.dictu@gmail.com)

**Chuyko Serhiy** - doc. of philosophy, head of the cycle commission transport technologies (on road transport), Separate structural unit "Zhytomyr Automobile and Road College of the National Transport University", 10004, Zhytomyr, st. Velyka Berdychivska, 2. e-mail: [expertauto@ukr.net](mailto:expertauto@ukr.net)

**Prokhorchuk Maryna** - teacher of special disciplines, master's degree in transport technologies, Separate structural unit "Zhytomyr Automobile and Road Technical College of the National Transport University", 10004, Zhytomyr, st. Velyka Berdychivska, 2. e-mail: [maribel.dictu@gmail.com](mailto:maribel.dictu@gmail.com)

УДК 656.13.58

Шарай С. М., к.т.н., доц.; Сахно В. П., д.т.н., проф.; Поляков В. М., к.т.н., доц.;  
Рой М. П., д.ф.; Фадєєв М. С.

## ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ВИБОРУ ВИДУ ТРАНСПОРТУ

*Розглядається можливість використання моделі нейронної мережі при вирішенні задачі маршрутизації перевезень вантажів та вибору виду транспорту із застосуванням змішаного методу прийняття рішення. Формування маршруту та вибір виду транспорту здійснюється із урахуванням сукупного ефекту від декількох критеріїв вибору та оцінок, вплив яких визначається методом розмитих коефіцієнтів.*

*The possibility of using a model of a neural network in solving the problem of routing cargo transportation and choice of a mode of transport using a mixed decision-making method is considered. Formation of a route and choice of a mode of transport is carried out taking into account the combined effect from several selection and evaluation criteria, the influence of which is determined by the method of blurred coefficients.*

**Вступ.** Питання щодо організації процесу перевезення вантажів пов'язані із задачами маршрутизації перевезень та вибором ефективного виду транспорту для їх виконання. Вирішення цих задач сприяє підвищенню ефективності використання рухомого складу транспорту, зниженню витрат на виконання перевезень, підвищенню ефективності роботи транспортного підприємства. Досягти позитивного ефекту можливо при використанні математичного апарату формування штучних нейронних мереж [1-2].

В логістиці нейронні мережі широко використовуються для вирішення задач оптимізації маршрутів перевезення. Нейронні мережі мають перевагу над іншими методами, їх застосування дозволяє вивчати вплив відразу великої кількості факторів. Для формування оптимального маршруту та вибору виду транспорту необхідно побудувати імітаційну модель та оптимізувати її за допомогою навчання нейронної мережі.

**Результати дослідження.** Використання математичного апарату формування штучних нейронних мереж знаходить своє застосування при вирішенні задач в теорії та практиці транспортних процесів при організації перевезень вантажів, зокрема задач маршрутизації перевезень, задач вибору виду транспорту та ефективного рухомого складу. Для їх вирішення пропонується використовувати змішаний метод прийняття рішень на основі штучної нейронної мережі [1]. Зазвичай для вирішення задачі маршрутизації використовують багатокритеріальний аналіз. Проте, враховуючи нестабільність критеріїв оцінки, таких як динаміка попиту та пропозиції, економічні чинники, людський фактор тощо, науковцями пропонується використання змішаного методу на основі поєднання багатокритеріального аналізу та нейронної мережі прямого поширення – вид нейронної мережі, в якій сигнали поширюються в одному напрямку, починаючи від вхідного шару нейронів, через приховані шари до вихідного шару, і на вихідних нейронах отримується результат опрацювання сигналу. В мережах такого виду немає зворотніх зв'язків. Для розв'язку задачі багатокритеріального вибору шляхом використання нейронної мережі прямого поширення припускається, що вага нейронних зв'язків мережі є невід'ємною складовою під час «навчання» такої мережі (під навчанням мається на увазі підбір функціональної залежності, при якій дисперсія розкиду отриманих результатів буде мінімальною).

Процес формування моделі нейронної мережі при вирішенні задачі маршрутизації перевезень вантажів та вибору виду транспорту базується на використанні змішаного методу прийняття рішень на основі багатокритеріального аналізу і передбачає такі етапи:

- визначення критеріїв оцінки шляхом аналізу наявної інформації та експертних оцінок з метою виключення неможливих альтернативних варіантів;
- визначення вагомості вихідних даних нейронної мережі, враховуючи обмеження;
- упорядкованість матриці вхідних даних для тестування нейронної мережі;
- формування моделі нейронної мережі для вирішення задачі багатокритеріального вибору.

При формуванні маршруту перевезення вантажу та виборі ефективного виду транспорту для виконання перевезення спочатку вирішується задача маршрутизації перевезень, потім розглядаються та аналізуються фактори оцінки вибору виду транспорту, які представляються у вигляді вартості, часу та якості перевезення, технічних характеристик транспортного засобу, якості надання транспортних послуг та впливу на економіку країни. Одним із етапів алгоритму формування нейронної мережі для вирішення задачі багатокритеріального аналізу є визначення критеріїв оцінки. Для визначення ваги критеріїв вибору використовується метод розмитих коефіцієнтів, який базується на експертних оцінках [3]. З метою вибору виду транспорту для виконання перевезень вантажу пропонуються до розгляду шість критеріїв вибору та п'ятнадцять оцінних параметрів [1] (рис. 1).

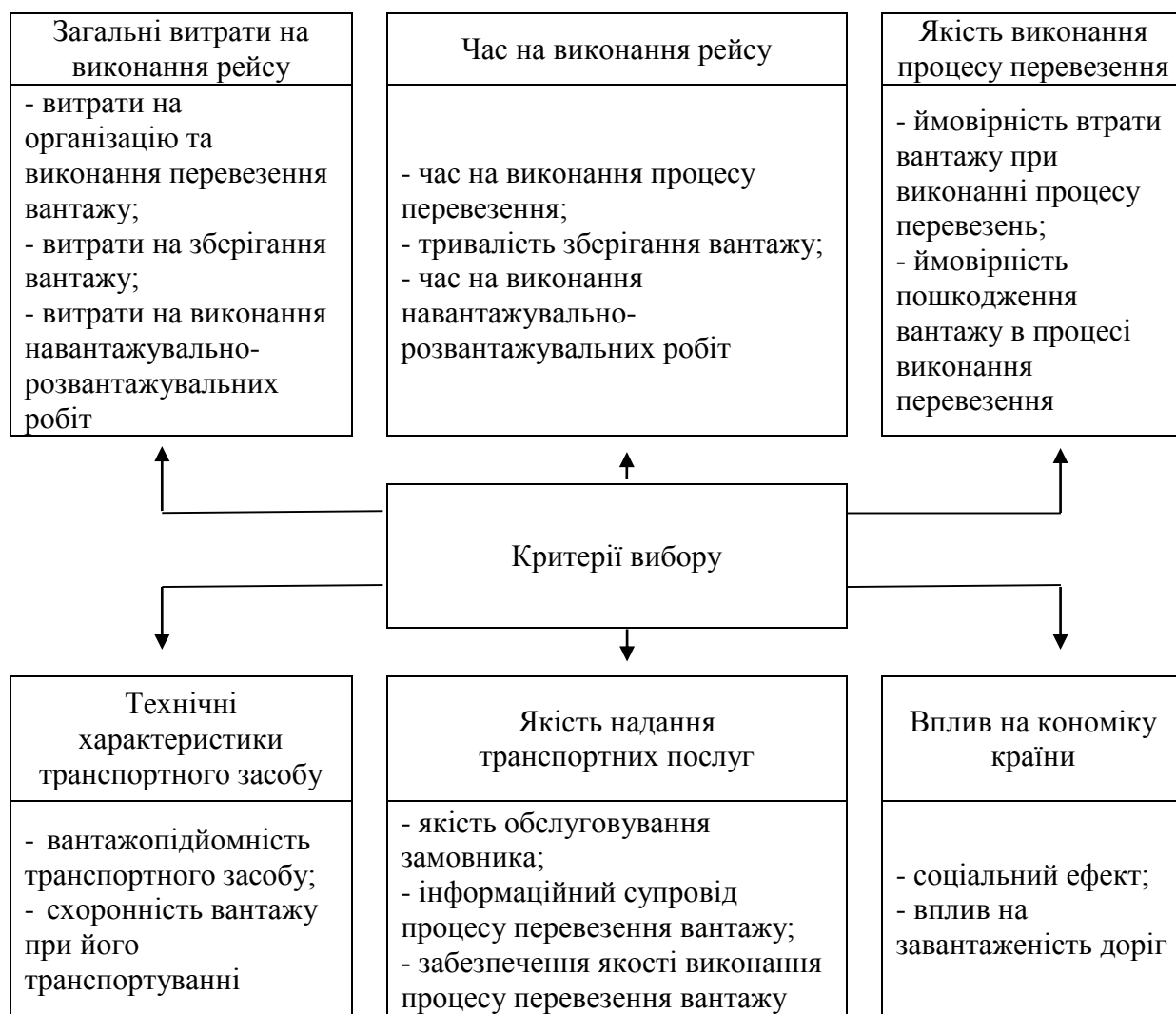


Рисунок 1 – Критерії вибору виду транспорту при виконанні перевезень вантажів

Для формування маршруту обрано нейронну мережу з прямою передачею сигналу. Така мережа не має зворотних зв'язків. Її перевагою є здатність виконувати достатньо складні нелінійні залежності між входом і виходом мережі. Вхідний шар нейронів має сигмоїдальні функції активації, в той час як вихідний шар містить нейрони з лінійними функціями активації.

В результаті побудови нейронної мережі формується її модель, яка може бути використана для маршрутизації перевезень вантажів та вибору виду транспорту. Використовуючи 15 критеріїв вибору оптимального виду транспорту та набір із 56 варіантів комбінацій автомобільного, залізничного та авіаційного транспорту на існуючій транспортній мережі, було проведено маршрутизацію перевезень зернових вантажів у міжнародному сполученні. На основі сформованого за допомогою розмитих коефіцієнтів вхідного та вихідного шарів нейронної мережі та заданого алгоритму її «навчання» визначено, що оптимальним, за заданих умов виконання перевізного процесу, є поєднання таких видів транспорту як залізничний, автомобільний та авіаційний.

**Висновки.** Таким чином, використання моделі нейронної мережі та її формування за допомогою методу прийняття рішень на основі багатокритеріального аналізу та штучних нейронних мереж дозволяє вирішувати задачі маршрутизації перевезень вантажів та задачі вибору виду транспорту для їх виконання.

#### Список використаних джерел

1. Qu L., Chen Y. (2008) A Hybrid MCDM Method for Route Selection of Multimodal Transportation Network. In: Sun F., Zhang J., Tan Y., Cao J., Yu W. (eds) Advances in Neural Networks - ISNN 2008. ISNN 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5263. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-540-87732-5\_42.
2. Колесников К. В., Карапетян А. Р., Никулин О. Г. Использование нейросетевых моделей для определения оптимального маршрута в сетях с адаптивной маршрутизацией пакетов данных. Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. Харьков : НТУ "ХПИ", 2013. № 56 (1029). С. 50-55.
3. Нагорний Є.В., Андросенко В.В. Розмиті коефіцієнти як засіб підвищення точності ранжування показників якості роботи експедиційних підприємств. Кременчук : Вісник КДПУ. Випуск 2/2006 (37). Частина 1. С.55-59.

**Шарай Світлана Михайлівна** – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: [svetasharai@gmail.com](mailto:svetasharai@gmail.com).

**Сахно Володимир Прохорович** – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: [svp\\_40@ukr.net](mailto:svp_40@ukr.net).

**Поляков Віктор Михайлович** – к.т.н., доцент, професор кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: [poljakov\\_2006@ukr.net](mailto:poljakov_2006@ukr.net).

**Рой Максим Петрович** – доктор філософії, асистент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: [7569027@ukr.net](mailto:7569027@ukr.net).

**Фадєєв Максим Сергійович** – студент групи МП-4-1, факультет транспортних та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: [fadmax123@gmail.com](mailto:fadmax123@gmail.com).

**Sharai Svitlana** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, Kyiv, e-mail: [svetasharai@gmail.com](mailto:svetasharai@gmail.com).

**Sakhno Volodymyr** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Automobiles, National Transport University, Kyiv, e-mail: [svp\\_40@ukr.net](mailto:svp_40@ukr.net).

**Poljakov Victor** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Automobiles, National Transport University, Kyiv, e-mail: [poljakov\\_2006@ukr.net](mailto:poljakov_2006@ukr.net).

**Roi Maksym** – Doctor of Philosophy, Assistant of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, Kyiv, e-mail: [7569027@ukr.net](mailto:7569027@ukr.net).

**Fadeev Maksym** – student of group MP-4-1, Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, Kyiv, e-mail: [fadmax123@gmail.com](mailto:fadmax123@gmail.com).

УДК 656.13

Швец В. В., к.т.н., доц.; Галіброда В. В.; Сідловський М. І.

## СТАЛА МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

*Стала мобільність є беззаперечною умовою розвитку сучасного українського міста. Надаючи перевагу індивідуальному автомобільному транспорту, виникає необхідність переходу до стадії сталої мобільності. Це неможливо здійснити без Плану сталої мобільності міста, який враховує усі зовнішні та внутрішні фактори формування транспортної системи міста.*

*Sustainable mobility is an undeniable condition for the development of a modern Ukrainian city. Giving preference to individual road transport, there is a need to move to the stage of sustainable mobility. This cannot be done without the City's Sustainable Mobility Plan, which takes into account all external and internal factors shaping the city's transport system.*

Мобільність та розвиток сучасного міста є взаємозалежними процесами. Просторова мобільність за своїм змістом характеризує можливість переміщень, що ускладнюється з розвитком міських систем та територій. Тому фахівці в галузі містобудування пов'язують проблему транспортної доступності саме з нестійкими системами мобільності [1].

Українські міста, надаючи перевагу індивідуальному автомобільному транспорту, отримали не лише зниження якості життя та рівня екологічності свого середовища, але й необхідність у розвитку сталої мобільності.

За даними експертів, існує три основні стадії розвитку сталої мобільності в містах:

- 1) місто, орієнтоване на машини;
- 2) міста сталої мобільності;
- 3) міста місць/локацій з орієнтацією на окремі території [2].

Міста, що переживають першу стадію, зорієнтовані на вирішення транспортних проблем шляхом будівництва нових доріг. При цьому беруться до уваги лише інтереси індивідуального автомобільного транспорту. Для них характерна низька щільність та децентралізація.

Міста сталої мобільності ставлять за пріоритет розвиток громадського транспорту й велоінфраструктури, а також перерозподіл вуличного простору.

Міста локацій зорієнтовані на збільшення громадських просторів, вуличної активності та зменшення інтенсивності руху транспорту. При цьому, відбувається зниження необхідності та зменшення дальності поїздки по місту.

Досліджуючи стадії розвитку мобільності та їх вплив на інтенсивність руху автотранспорту, приходимо до висновку, що інтенсивність руху є найвищою в період автомобіле-орієнтованого розвитку, стабілізується у період сталої мобільності та знижується у період міста локацій.

Визначення необхідності переходу до тієї чи іншої стадії розвитку здійснюється відповідно до таких чинників:

- рівень автомобілізації;
- пішохідна та транспортна доступність;
- якість міського середовища;
- необхідність енергоефективних рішень;
- екологічна безпека;
- нові тенденції міського планування [3].

Транспортна система міста яка формується з врахуванням цих чинників вважається сталою. Формування з врахування такої кількості чинників можливе лише з допомогою планування. Тому, перехід від стадії автомобіле-орієнтованого міста до міста сталої мобільності не можливий без Плану сталої мобільності міста.

Процес планування сталого розвитку повинен бути комплексний та інтегрований, враховуючи всі важливі цілі, наслідки і варіанти. Слід починати із визначення мети і цілей (те, що ми в кінцевому підсумку хочемо досягти), які допоможуть визначити цілі планування (шлях до досягнення мети), завдання (конкретизовані, деталізовані), і результати (кінцеві зміни в діяльності та наслідки, як, наприклад, активність подорожей, споживчі витрати, кількість нещасних випадків у ДТП, забруднення навколишнього середовища тощо) [4].

Для впровадження ефективної сталої міської мобільності можна використати такі стратегії залежно від рівня розвитку транспортної системи у містах:

- Реформування системи. Міста у розвинутих країнах із великою кількістю транспортних засобів повинні сформувавши політику щодо фундаментального реформування системи мобільності із орієнтацією на громадський транспорт і сталість [4].

- Об'єднання системи. У містах із розвинутою міською мобільністю, наступним кроком повинно стати об'єднання і повна інтеграція системи міської мобільності у ланцюг пересування, у мультимодальну мобільність, забезпечуючи задоволення клієнта (мешканця або туриста), підвищуючи загальну привабливість громадського транспорту за рахунок розширення послуг і підвищення їх якості [4].

- Створення ядра сталої мобільності. Міста у країнах, що розвиваються, із недостатньо розвинутою системою мобільності, повинні спочатку встановити ядро сталої мобільності навколо якого розбудувувати саму систему [4].

Отже, основним завданням міської мобільності є усунути ці негативні наслідки мобілізації шляхом розробки стратегій розвитку міста із залученням піраміди пріоритетів транспорту в місті, де на першому місці – пішохід, потім – велосипедист, далі – громадський транспорт, і вже в кінці – приватні автомобілі та припаркований транспорт.

#### Список використаних джерел

1. Суровцева І.Ю. Транспорт та просторова мобільність в реаліях лінії розмежування / Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, 2016. Вип. 37. с. 85-90.
2. «Стала мобільність в українських містах» Огляд публікацій та джерел URL: <https://sutp.org/>
3. Маргіта Н. О., Вороніна Р. М., Карий О. І ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ СТАЛОЇ МІСЬКОЇ МОБІЛЬНОСТІ URL: [https://oldena.lpnu.ua/bitstream/ntb/32895/1/08\\_42-49.pdf](https://oldena.lpnu.ua/bitstream/ntb/32895/1/08_42-49.pdf)
4. Матейчик В. П., Смешек М., Хрутьба В. О., Зюсюн В. І. Формування програм сталого розвитку міських транспортних систем / Вісник Нац. транспортного ун-ту. 2014. № 29(1). С. 158–172.

**Швець Віталій Вікторович** – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [v.shvets@vntu.edu.ua](mailto:v.shvets@vntu.edu.ua)

**Галіброда Вікторія Василівна** – асистент, асистент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [vvgalibroda@vntu.edu.ua](mailto:vvgalibroda@vntu.edu.ua)

**Сідловський Микола Іванович** – студент, студент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

**Shvets Vitalii** - Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [v.shvets@vntu.edu.ua](mailto:v.shvets@vntu.edu.ua)

**Galibroda Victoria** - assistant, assistant of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [vvgalibroda@vntu.edu.ua](mailto:vvgalibroda@vntu.edu.ua)

**Sidlovsky Mykola** – student, student of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University



УДК 629.1.07

Шльончак І. А., к.т.н., доц.

## ВПЛИВ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ПИТОМІ ВИТРАТИ ПАЛИВА ДИЗЕЛЯ DONG FENG

*В роботі представлено вирішення актуальної науково-практичної задачі – покращення паливної економічності дизелів шляхом використання водневмісного газу. Представлені результати стендових випробувань дизеля Dong Feng щодо питомих витрат палива при додаванні водневмісного газу до свіжого заряду повітря.*

*The research presents a solution to an actual scientific and practical problem - increasing the fuel efficiency of diesel engines due to the use of hydrogen-containing gas. There were given the results of bench tests of the Dong Feng diesel engine regarding the specific fuel consumption when hydrogen-containing gas is added to the fresh air charge in this research.*

**Вступ.** Протягом тривалого часу економічний розвиток України супроводжувався незбалансованою експлуатацією природних ресурсів, низькою пріоритетністю питань захисту довкілля, що унеможливило досягнення сталого розвитку. Запровадження екологічно безпечних, ресурсо- та енергозберігаючих технологій, розвиток відновлюваних джерел енергії, нематеріального природокористування відбуваються безсистемно і надто повільно [1]. Тому проблема заощадження палива нафтового походження є актуальною для багатьох країн світу в тому числі і для нашої країни, особливо в період повномасштабного військового вторгнення російської федерації.

Нестабільність світових цін на викопне паливо, скорочення його запасів, проблеми з транспортуванням змушують також шукати альтернативи традиційному паливу [2].

**Постановка завдання.** Метою проведених досліджень є покращення паливної економічності дизеля DONG FENG за показником його питомих витрат палива шляхом додавання водневмісного газу до свіжого заряду повітря.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із заходів, спрямованих на покращення паливної економічності, зокрема питомих витрат палива, є використання в якості добавки до свіжого заряду повітря водневмісного газу, який отримують шляхом електролізу води. Цей газ складається з молекул і атомів водню та кисню ( $H_2/O_2$ ). Оскільки чиста вода має дуже низьку електропровідність, при електролізі застосовують водні розчини електролітів – кислот, лугів або солей [3].

Застосування невеликих добавок водню до дизельного палива (ДП) дозволяє поліпшити якість сумішоутворення і згоряння палива в циліндрах двигуна. Водневі добавки призводять до зменшення швидкості процесів спалаху і зменшення періоду затримки запалювання. Попередні дослідження [4] показали, що малі домішки водню позитивно впливають на роботу ДВЗ при часткових та перехідних режимах, а також при використанні важких сортів основного ДП. У цих випадках відносний позитивний ефект є найбільшим.

Згідно з джерелом [5] експериментальні випробування двигуна Д-241 проводились шляхом зняття навантажувальної характеристики при  $n=1500$  хв<sup>-1</sup> зі штатним кутом випередження впорскування палива. Під час експериментальних досліджень використовувались стала добавка водневмісного газу – 14,5 л/хв. Оскільки годинна витрата ДП змінювалась, то відсоткове значення добавки водневмісного газу теж було різним і змінювалось від 25,34 % до 5,32 %. Під час проведення випробувань визначалась оптимальна величина добавки для даного режиму роботи дизеля за найбільшої паливної економічності. Аналіз отриманої навантажувальної характеристики показав зниження годинної та питомої витрат ДП до 3,5 % в усьому навантажувальному діапазоні. При цьому спостерігалось

підвищення потужності на 1,5 %. Максимальне зниження питомої витрати ДП було зафіксоване за величини масової добавки водневмісного газу 5,32 % і становило 4,75 %.

В [6, 7] встановлено, що добавка водневмісного газу призводить до зростання частоти обертання колінчастого вала двигуна. Незмінність частоти обертання підтримували прикриттям дросельної заслінки. У результаті зменшення кута відкриття дросельної заслінки і враховуючи те, що добавка водневмісного газу спричиняє збагачення паливо-повітряної суміші, блок керування двигуном примусово зменшував кількість поданого палива для забезпечення складу паливоповітряної суміші, близького до стехіометричного.

У лабораторії випробувань двигунів кафедри «Двигуни і теплотехніка» Національного транспортного університету проведено стендові дослідження по визначенню впливу добавки водневмісного газу на показники роботи сучасного бензинового двигуна VW BBU з системою впорскування та зворотнім зв'язком за роботи на спиртовмісному бензині. В результаті випробувань встановлено, що за роботи двигуна з добавкою водневмісного газу при однакових кутах відкриття дросельних заслінок досягається вищий крутний момент, ніж за роботи без добавки. Годинна витрата палива практично не змінюється. Відзначено, що за роботи двигуна з добавкою водневмісного газу знижується питома ефективна витрата палива. Зокрема за роботи двигуна з навантаженнями близькими до холостого ходу (2 кВт), економія палива становить близько 22 %. За роботи двигуна на 29 середніх і максимальних навантаженнях зниження питомої ефективної витрати палива становить близько 3 %. Крім того добавка водневмісного газу приводить до зменшення коефіцієнта надміру повітря зі значення 1,0 до 0,98, що свідчить про збагачення паливоповітряної суміші [8].

**Результати досліджень.** Пристрій для виробництва і подачі водневмісного газу (рисунок 1) складається з таких елементів: ротаметр 1, гідрозатвор 2, вогнеперешкоджуючий клапан 3, блок живлення «БЛИК-10ИМ» 4, розширювальний бачок 5, електролізер 6, які з'єднані між собою шлангами. Пристрій було розроблено та виготовлено на кафедрі автомобілів та технології їх експлуатації Черкаського державного технологічного університету.

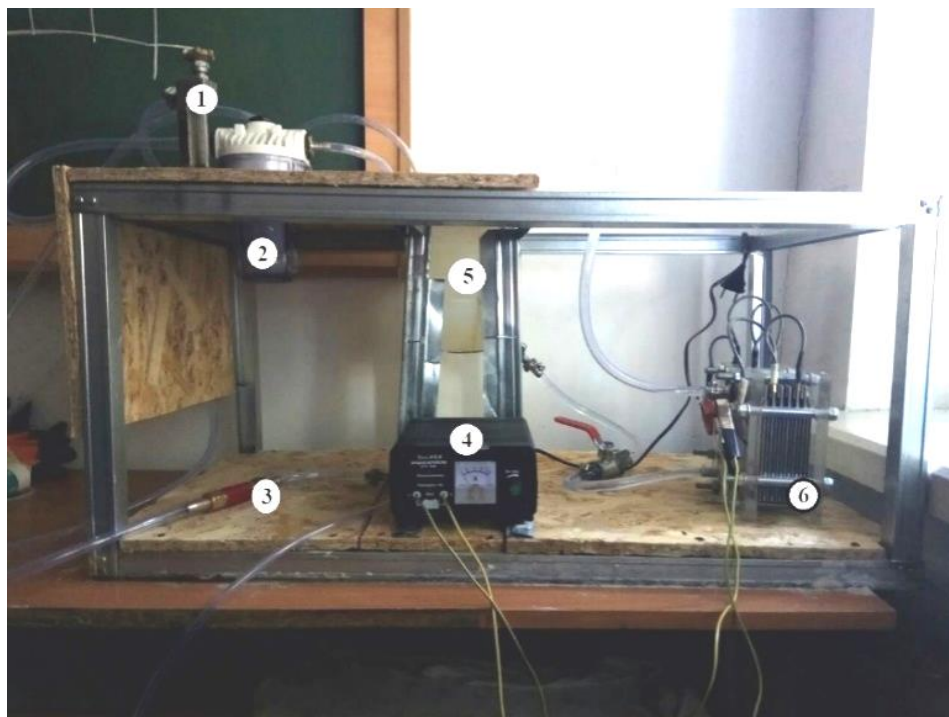


Рисунок 1 – Пристрій для виробництва і подачі водневмісного газу в дизель DONG FENG:

1 - ротаметр РМ-А-0,063ГУЗ; 2- гідрозатвор; 3- вогнеперешкоджуючий клапан; 4- блок живлення «БЛИК-10ИМ»; 5- розширювальний бачок; 6- електролізер.

Експериментальні дослідження паливної економічності дизеля DONG FENG моделі CY4102BZLQ проводилися на обкатувально – гальмівному стенді моделі КИ-2139Б [9] при різній частоті обертання колінчастого вала. Під час проведення експерименту увага автора була зосереджена над таким параметром паливної економічності як: питома витрата палива. Остання визначалась розрахунковим шляхом. На початковому етапі дослідження паливної економічності дизеля проводилися із застосуванням традиційного ДП в різних режимах роботи двигуна зокрема в режимі низьких навантажень.

Результати досліджень відображалися у вигляді графічних залежностей питомих витрат палива від ефективної потужності дизеля при роботі на ДП та з додавкою до повітряного заряду водневмісного газу. Інші параметри, отримані розрахунковим чи емпіричним шляхом, опубліковані в попередніх роботах автора. Аналізуючи графік, який зображено на рис. 2, можна зробити висновок, що додавання водневмісного газу до повітряного заряду дизеля DONG FENG призводить до зниження досліджуваного в роботі параметра.

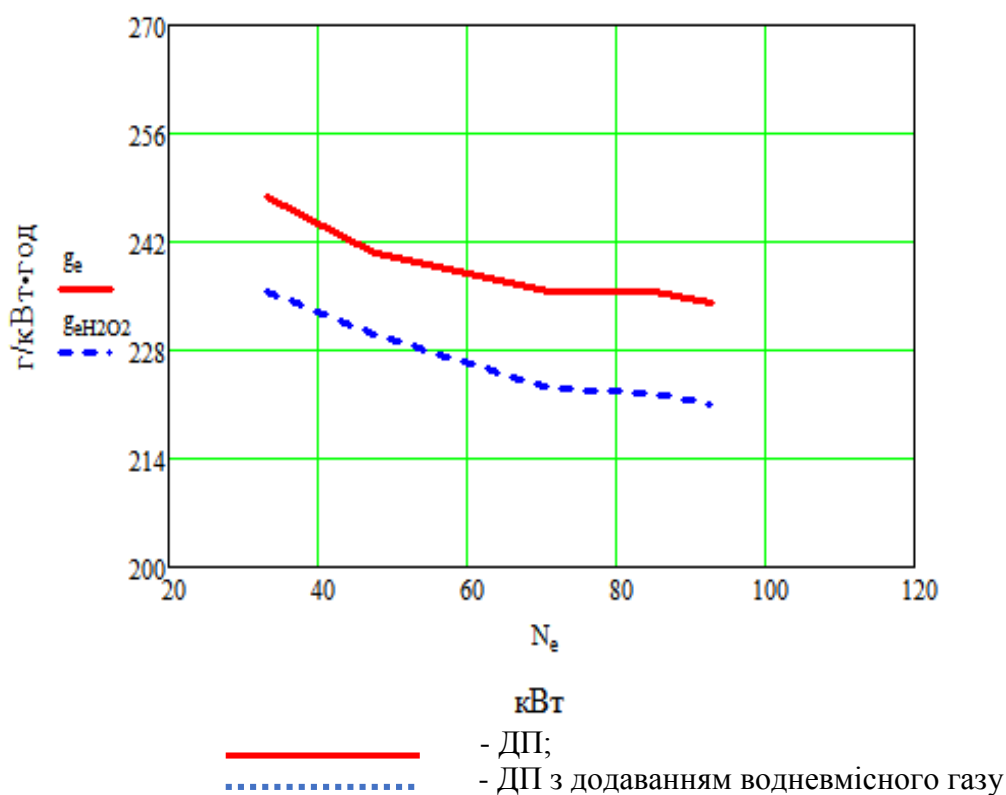


Рисунок 2 – Залежність питомої витрати палива від потужності двигуна

Так в режимі низьких навантажень дизеля питома витрата палива, при його роботі на ДП, склала 247,7 г/кВт·год. При додаванні водневмісного газу – 235,6 г/кВт·год. Можна зробити висновок про тенденцію до зниження питомих витрат палива в межах 5 %.

**Висновки.** Таким чином, в роботі було встановлено, що застосування водневмісного газу в дизелі DONG FENG китайського виробництва дозволяє покращити його паливну економічність. При цьому спостерігається тенденція до зниження питомих витрат палива зазначеного вище дизеля, застосовуючи в ньому дозу водневмісного газу як додаток до свіжого заряду.

#### Список використаних джерел

1. ЗАКОН УКРАЇНИ Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 16, ст. 2. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.

2. Гутаревич Ю., Тріфонов Д., Сирота О., Шуба Є., Гаган К. Поліпшення експлуатаційних показників транспортного двигуна при роботі на спиртовмісному бензині / Матеріали міжнародної конференції «Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і машин», 16-17 листопада 2022 року: збірник тез доповідей конференції, Київ: НТУ, 2022. с. 6-10.
3. Шльончак І.А. Оцінка ефективності використання біопалив в дизелі DongFeng / Шльончак Ігор Анатолійович // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк - 2014 - №46 – с. 576-580.
4. Гуцаленко О.В. Перспективи використання водню як альтернативного джерела енергії / О. В. Гуцаленко, Т.С. Василенко // Вінницький національний аграрний університет: Збірник наукових праць. – Вінниця. - 2014. – №1(84). – с. 193-200.
5. Говорун А.Г. Вплив додавання водневмісного газу на показники дизеля в навантажувальному режимі / А.Г. Говорун, А.О. Корпач, О.Д. Філоненко // Вісник ХНАДУ. – Харків. – 2016.- №74. – с. 45-47.
6. Фомин В.М. Водород как химический реагент в кинетическом механизме образования углерода в дизеле / В.М. Фомин, Р.Р. Хакимов, Д.В. Шевченко // Транспорт на альтернативном топливе: Международный научно-технический журнал. – 2011. – № 3 (21). – С. 10–14.
7. Шльончак І.А. Аналіз ефективності використання водневмісного газу у двигунах внутрішнього згоряння / І.А. Шльончак, І.В. Компанієць, О.М. Павлов // VI Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту»: тези доповідей. – Вінниця. – Вінницький національний технічний університет. – 12-13 квітня 2018. – с.209-212.
8. Шуба Є., Самойленко І., Вплив добавки водневмісного газу на показники двигуна з іскровим запалюванням за роботи на спиртовмісному бензині /Є. Шуба, І. Самойленко // Матеріали міжнародної конференції «Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і машин», 16-17 листопада 2022 року: збірник тез доповідей конференції, Київ: НТУ, 2022. с. 27-29.
9. Шльончак І.А. Обкатувально-гальмівний стенд для випробувань двигунів внутрішнього згоряння / І.А. Шльончак, О.М. Пилипенко, О.А. Тригуб // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2010. – №7. – с.53-57.

**Шльончак Ігор Анатолійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та технології їх експлуатації, факультет електронних технологій, автотранспорту та машинобудування, Черкаський державний технологічний університет, e-mail: [igor\\_shlionchak@ukr.net](mailto:igor_shlionchak@ukr.net).

**Shlonchak Ihor** - Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the department of vehicles and technology for their operation, faculty of electronic technologies, motor vehicles and mechanical engineering, Cherkassy State Technological University, e-mail: [igor\\_shlionchak@ukr.net](mailto:igor_shlionchak@ukr.net).

УДК 629.3.017

Шубна А. В.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

*Розглянуті питання про оптимальну організацію дорожнього руху, та про запровадження заходів, щодо удосконалення методів для покращення безпечного, зручного руху на вулично-дорожній мережі для пішоходних і транспортних потоків.*

*Considered questions about the optimal organization of traffic, and about the introduction of measures to improve methods for improving safe, convenient traffic on the street-road network for pedestrians and traffic flows.*

**Вступ.** Транспорт – це одна з самих головних і важливих галузей суспільного виробництва. Без транспорту не сільське господарство, не торгівля, не будівельна промисловість не може, нормально функціонувати. Тому, для ефективного і безпечного функціонування системи «водій - автомобіль - дорога - середовище», треба покращувати підготовку водіїв, удосконалювати конструкції та технічне обслуговування транспортних засобів, збільшувати обсяги будівництва доріг та оптимально організовувати процес дорожнього руху, і запроваджувати заходи, щодо удосконалення заходів та методів для покращення організації та безпеки дорожнього руху.

**Результати дослідження.** Безпека дорожнього руху – це комплексна проблема, що визначається створенням надійних в експлуатації транспортних засобів, та з психофізіологічними властивостями та високим рівнем професійної підготовки водіїв, якістю і станом проїзної частини та організації дорожнього руху.

Правильна організація дорожнього руху за допомогою інженерних, технічних та організаційних заходів, на дорожній мережі, створює сприятливі умови для безпечного, швидкого і зручного руху транспортних засобів та пішоходів.

Основою для розробки заходів з організації дорожнім рухом є інформація про поточний стан дорожньої мережі, інтенсивність руху, обсяг і склад пішоходних потоків. Ця інформація зазвичай збирається організаціями, які відповідають за розборку заходів з удосконалення організації дорожнього руху (дорожні служби, органи планування), і надається в рамках регулярних обстежень дорожньої мережі та дорожньої діяльності. Обстеження стану доріг, місць концентрації дорожньо-транспортних пригод та аварій на дорозі. Робота, яка спрямована на виявлення місць концентрації дорожньо-транспортних пригод на дорозі, місць з обмеженою пропускнуною спроможністю, ділянок, де спостерігається затримки пішоходних та транспортних потоків, базується на статистиці ДТП, звітах ДАІ про порушення правил дорожнього руху.

Для заходів з удосконаленням дорожнього руху, застосовують багато різних методів, починаючи від простих і закінчуючи дуже складними. Найбільш поширені методи дослідження дорожніх умов – це документальні та натурні. Документальні – це аналіз за допомогою використання анкетних досліджень, або за допомогою іншої документації. Натурні – це вимірювання характеристик дорожнього руху за допомогою засобів автоматизації та реєстрації.

Заходи, що застосовують для підвищення безпеки та зручності руху, за тривалістю дії можна розділити на постійнодіючі, тимчасової (сезонної) та короткострокової дії. Постійно діючими вважають заходи, ефективність яких не змінюється протягом усього року. Тимчасовими (сезонними) слід вважати заходи, ефективність дії яких триває від одного місяця до одного сезону. Короткостроковими можна назвати заходи, ефективність дії яких триває від декількох годин до одного місяця.

Можна виділити такі напрямки удосконалення організації дорожнього руху:

- розширення смуг руху на ділянках з високою інтенсивністю руху;
- регулювання швидкості руху, відповідно до видимості та стану дорожнього покриття, включаючи встановлення дорожніх знаків, що інформують про дорожні умови та обмеження швидкості;
- розумний розподіл руху протягом доби;
- заборона певних типів транспортних засобів на головних дорогах;
- запровадження обмежень швидкості руху на дорогах з високим рівнем аварійності;
- розвороти, повороти, подалі від перехресть;
- виділення для пасажирського транспорту, спеціальних смуг;
- встановлення інформаційних табло на дорогах, які своєчасно надають учасникам дорожнього руху необхідну інформацію;
- встановлення дорожніх знаків, що попереджують про стан доріг (круті повороти, ремонтні роботи).

Зі збільшенням автомобілізації все більшого значення набуває діяльність, щодо забезпечення оптимальної організації дорожнього руху. Заходи з управління дорожнього руху, треба орієнтувати на зниження та усунення концентрації місць дорожньо-транспортних пригод, запровадження надійних та ефективних маршрутних систем, запобігання заторів, визначення допустимих меж швидкостей з урахуванням всіх особливостей дорожньої мережі, та інтенсивності транспортних потоків, правильну організацію стоянок транспортних засобів. Забезпечення безпеки дорожнього руху потрібно розглядати, як загальнонаціональний пріоритет, спрямований на зниження рівня аварійності, на дорожніх мережах, яка приведе до зменшення ступеня тяжкості наслідків дорожньо - транспортних пригод і кількості загиблих осіб на дорогах.

Розвиток удосконалення і впровадження комплексу заходів, щодо організації дорожнього руху дозволить певною мірою задовольнити організацію дорожнього руху з максимальним рівнем безпеки. Таким чином треба запроваджувати нові економічні та правові механізми, що стосуються підвищення ефективності перевезень пасажирів та забезпечення комфорту та безпеки руху, та суттєво знизить аварійність на дорозі.

#### Список використаних джерел

1. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / За заг. ред. В.П. Поліщука-К.: Знання України, 2012 р.
2. В.М. Герзель, М.М. Марчук, М.А. Фабрицький, О.П. Рижий Організація автомобільних перевезень, дорожні умови та безпека руху. Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2006 р.
3. Системологія на транспорті: Підручник: У 5 кн./ За заг. ред. М.Ф. Дмитриченка.- К.: Знання України., 2005. Кн. 4: Організація дорожнього руху/ Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, 2009 р.
4. Лобашов О.О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху» навчальний посібник/ О.О. Лобашов, О.В.Прасоленко.-Харків: ХНАМГ, 2011 р.
5. Кашканов А.А. Організація дорожнього руху: навчальний посібник/ А.А. Кашканов, В.П. Кушель. - Вінниця: ВНТУ, 2017 р.

*Шубна Аліна Володимирівна – викладач, Лозівська філія Харківського автомобільно-дорожнього коледжу, e-mail: [alinashy92@mail.com](mailto:alinashy92@mail.com).*

*Shubna Alina Volodymyrivna – teacher, Loziv branch of the Kharkiv Automobile and Road College, e-mail: [alinashy92@mail.com](mailto:alinashy92@mail.com).*

*Електронне наукове видання*

**Матеріали XI Міжнародної науково-  
технічної інтернет-конференції  
«Проблеми та перспективи розвитку  
автомобільного транспорту»,  
13-14 квітня 2023 року**

**Збірник доповідей**

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 27.04.2023 р.  
Гарнітура Times New Roman.  
Обсяг 13 Мб.  
Зам. № P2023-052

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
**press.vntu.edu.ua,**  
*Email: irvc.vntu@gmail.com.*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.