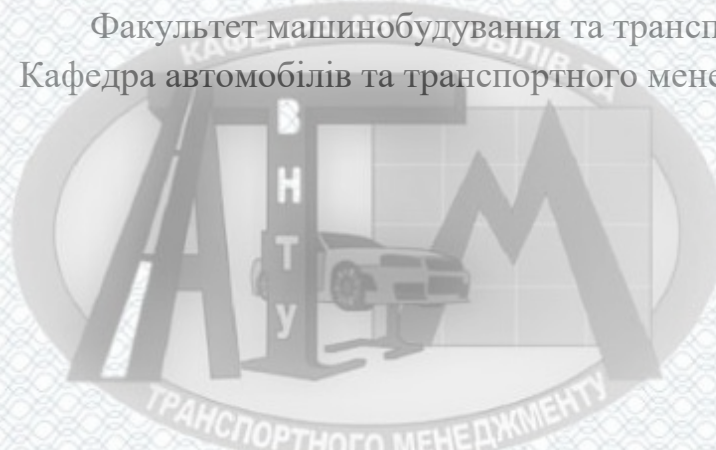


Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення, в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-20м спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

Шевченко Р.Б.

Керівник: к.т.н., ст. викл. АТМ

Антонюк О.П.

« _____ » _____ 2021 р.

Опонент: _____

« _____ » _____ 2021 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« _____ » _____ 2021 р.

Вінниця ВНТУ – 2021 рік



Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« ___ » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шевченку Роману Борисовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення, в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»,

керівник роботи Антонюк Олег Павлович, к.т.н., старший викладач,
затверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2021 року № 277.

2. Строк подання студентом роботи: 08.12.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна, Вінниця; досліджувані моделі АТЗ – транспортні засоби комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» м. Вінниця; об'єкт дослідження – процес функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія» під час перевезення пасажирів м. Вінниці; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Аналіз умов функціонування комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

2 Розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія».

3 Теоретичне дослідження доцільності застосування комбінованих енергоустановок на автобусах для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту.

4 Реалізація методики вибору раціонального рухомого складу для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту.

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
 4 Характеристика КП «Вінницька транспортна компанія».
 5-6 Аналіз маршрутної мережі міста Вінниці.
 7 Розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія».
 8 Аналіз показників якості обслуговування пасажирів міського транспорту.
 9 Вибір схеми комбінованого приводу.
 10 Застосування стандартних циклів для дослідження паливної економічності транспортних засобів.
 11 Теоретичне дослідження впливу енергоефективності буферного накопичувача від потужності первинного джерела енергії.
 12 Визначення мінімально необхідної потужності первинного джерела енергії для силових енергоустановок міських автобусів.
 13-15 Рекомендації щодо вибору типу рухомого складу, обладнаного комбінованими енергоустановками з буферним джерелом енергії з врахуванням їх пасажиромісткості.
 16-18 Оцінка працездатності алгоритму розрахунку структури рухомого складу на прикладі абстрактної маршрутної мережі.
 19 Техніко-економічна оцінка ефективності запропонованих рішень щодо підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту м. Вінниці.
 20 Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Антонюк О.П., Старший викладач кафедри АТМ		
Економічна частина	Буренніков Ю.Ю., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Дембіцька С.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 27 » вересня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	27.09-04.10.2021	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	27.09-04.10.2021	
3	Обґрунтування методів досліджень	27.09-04.10.2021	
4	Розв'язання поставлених задач	05.10-15.11.2021	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	16.11-30.11.2021	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	08.11-21.11.2021	
7	Виконання розділу «Економічна частина»	08.11-21.11.2021	
8	Нормоконтроль МКР	01.12-08.12.2021	
9	Попередній захист МКР	09.12-10.12.2021	
10	Рецензування МКР	13.12-17.12.2021	
11	Захист МКР	20.12-24.12.2021	

Студент

(підпис)

Шевченко Р.Б.

Керівник роботи

(підпис)

Антонюк О.П.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113.004

Шевченко Р.Б. Підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення, в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2021. 124 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 21 назв; рис.: 37; табл. 33.

У магістерській кваліфікаційній роботі реалізовано методики вибору раціонального рухомого складу для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту. Катастрофічне збільшення шкідливих викидів в атмосферу і можливості тягових та стартерних конденсаторних батарей дали поштовх в питанні вивчення можливих варіантів застосування комбінованих енергетичних установок з буферним джерелом енергії, що визначило актуальність роботи.

Таким чином, вирішення сформульованої в даній роботі проблеми можливе лише при раціональному використанні енергії традиційних рідких палив в комбінованій енергетичній установці, що дозволить покращити економічні та динамічні показники транспортних засобів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» - від яких напряму залежить якість обслуговування пасажирів.

Графічна частина складається з 20 слайдів

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у зоні поточного ремонту; оцінка факторів виробничого і трудового процесів, гігієнічна оцінка умов праці; рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: буферне джерело енергії, комбінована енергетична установка, автобус, якість обслуговування, конденсатор подвійного електричного шару, рухомий склад.

ABSTRACT

Shevchenko RB Improving the quality of service for urban transport passengers through the use of buses equipped with combined power plants with a buffer power supply, in the conditions of the municipal enterprise "Vinnytsia Transport Company". Master's degree qualification work in the specialty 274 - Road transport. Vinnytsia: VNTU, 2021. 124 p.

In Ukrainian language. Bibliogr. : 21 titles; fig.: 37; table: 33.

In the master's qualification work the methods of selection of rational rolling stock for improvement quality service of passengers city transport are realized. The catastrophic increase in harmful emissions into the atmosphere and the possibility of traction and starter capacitor banks gave impetus to the study of possible applications of combined power plants with a buffer energy source, which determined the relevance of the work.

Thus, the solution of the problem formulated in this paper is possible only with the rational use of energy of traditional liquid fuels in combined power plant, which will improve the economic and dynamic performance of vehicles for Vinnytsia Transport Company - which directly affects the quality of passenger service.

The graphic part consists of 20 slides

The section of labor protection deals with such issues as the causes, effects on the human body and the rationing of harmful and dangerous production factors in the area of current repairs; assessment of factors production and labor processes, hygienic assessment of working conditions; recommendations for improving working conditions, as well as fire safety standards.

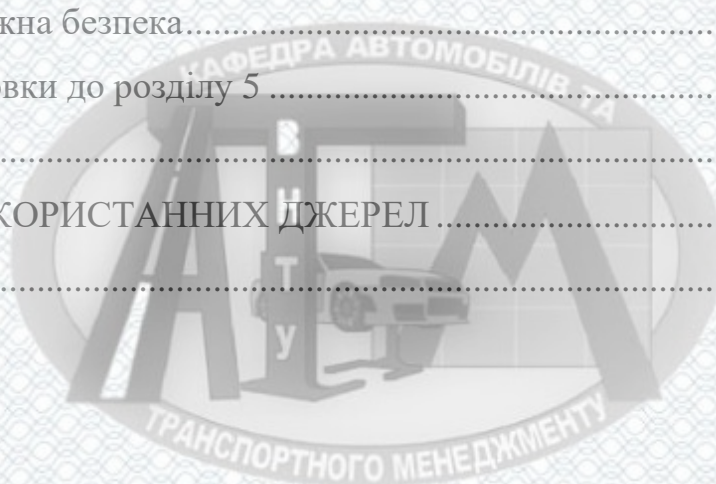
Keywords: buffer energy source, combined power plant, bus, quality of service, double electric layer capacitor, rolling stock

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»	12
1.1 Історія КП «Вінницька транспортна компанія».....	12
1.2 Характеристика КП «Вінницька транспортна компанія».....	13
1.3 Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія».....	16
1.4 Аналіз маршрутної мережі міста Вінниця.....	17
1.5 Аналіз виробничо-технічної бази підприємства та існуючої системи і організації ТО і ПР	20
1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження.....	22
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ».....	24
2.1 Вибір програмного забезпечення для розрахунку на ЕОМ	24
2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних	24
2.3 Вибір і коректування нормативів проектування АТП	25
2.4 Висновки до розділу 2	48
РОЗДІЛ 3 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК НА АВТОБУСАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	49
3.1 Аналіз показників якості обслуговування пасажирів міського транспорту та особливостей формування рухомого складу з комбінованими енергоустановками.....	49
3.2 Аналіз факторів, що впливають на ефективність програми перевезень	56
3.3 Вибір схеми комбінованого приводу	61
3.3.1 Визначення потужності тягового двигуна	70
3.3.2 Визначення потужності первинного джерела енергії і енергоємності буферного накопичувача	73
3.4 Залежність енергоємності буферного накопичувача від потужності первинного джерела енергії	78

3.5 Застосування стандартних циклів для дослідження паливної економічності транспорту.....	79
3.6 Теоретичне дослідження впливу енергоефективності буферного накопичувача від потужності первинного джерела енергії.....	83
3.7 Визначення мінімально необхідної потужності первинного джерела енергії для силових енергоустановок міських автобусів.....	87
3.8 Висновки до розділу.....	91
РОЗДІЛ 4 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	92
4.1 Рекомендації щодо вибору типу рухомого складу, обладнаного комбінованими енергоустановками з буферним джерелом енергії з врахуванням їх пасажиромісткості.....	92
4.2 Оцінка працездатності алгоритму вибору структури рухомого складу на прикладу абстрактної маршрутної мережі	96
4.3 Розрахунок оптимальної програми перевезення міста Вінниці.....	100
4.4 Техніко-економічна оцінка ефективності запропонованих рішень щодо підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту м. Вінниці..	106
4.5 Висновки по розділу 4	107
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	109
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	109
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочого місця.....	109
5.1.2 Електробезпека.....	110
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	111
5.2.1 Мікроклімат	111
5.2.2 Склад повітря робочої зони	112
5.2.3 Виробниче освітлення	114
5.2.4 Виробничий шум.....	115
5.2.5 Виробничі вібрації	115
5.2.6 Психофізіологічні фактори	116

5.3 Пожежна безпека.....	118
5.4 Висновки до розділу 5	119
ВИСНОВКИ.....	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	123
ДОДАТКИ.....	125



ВСТУП

Актуальність теми. У майбутньому десятилітті стає найактуальнішою еколого-економічна проблема транспорту. Катастрофічне збільшення шкідливих викидів в атмосферу і можливості тягових та стартерних конденсаторних батарей дали поштовх в питанні вивчення можливих варіантів застосування комбінованих енергетичних установок (КЕУ) з буферним джерелом енергії (БДЕ), що визначило актуальність роботи.

Таким чином, вирішення сформульованої в даній роботі проблеми можливе лише при раціональному використанні енергії традиційних рідких палив в КЕУ, що дозволить покращити економічні та динамічні показники транспортних засобів (ТЗ) комунального підприємства (КП) «Вінницька транспортна компанія» - від яких напряду залежить якість обслуговування пасажирів. Одним із напрямків вирішення наведеної проблеми є вибір раціональної структури рухомого складу КП «ВТК».

Відомо, що на магістралях сучасного великого міста автомобіль з устаноаленою швидкістю проїжджає від 12 до 30% шляху, тоді як на режимах розгону і уповільнення від 36 до 66% причому у муніципального транспорту це співвідношення ще нижче, оскільки для муніципального громадського транспорту майже весь шлях складається з розгонів і гальмувань.

Тому застосування електромобілів у структурі рухомого складу КП «ВТК» в дозволить вирішити зазначені вище проблеми, однак на шляху модернізації рухомого складу зустрічаються великі технічні і економічні труднощі. В першу чергу - відсутність розвиненої інфраструктури заряду акумуляторних батарей. У другу чергу - для електромобіля на даний час не розроблено джерело енергії, здатне конкурувати з двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ). Отже, успіх у вирішенні цього завдання залежить від правильного вибору і розрахунку компонентів комбінованої енергетичної установки.

Таким чином модернізація рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» з обґрунтованим застосуванням автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення є

актуальною задачею в умовах сьогодення, вирішення якої дозволить підвищити якість обслуговування пасажирів міського транспорту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і є невід'ємною частиною досліджень пов'язаних з підвищенням якості обслуговування пасажирів у місті Вінниця.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення, в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати структуру та особливості функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія»;
- провести розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія»;
- виконати аналіз показників якості транспортного обслуговування міського пасажирського транспорту;
- вибрати схему комбінованого приводу для міського пасажирського транспорту;
- провести теоретичні дослідження залежності енергоємності БДЕ від потужності первинного джерела енергії;
- розробити рекомендації щодо вибору типу рухомого складу, обладнаними енергоустановками з БДЕ та розрахувати програму пасажирських перевезень для КП «Вінницька транспортна компанія».

Об'єкт дослідження – процес функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія» під час перевезення пасажирів м. Вінниці.

Предмет дослідження – закономірності впливу техніко-експлуатаційних показників функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія» на якість обслуговування пасажирів міського транспорту.

Методи досліджень. Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу якості обслуговування пасажирів. В роботі використовуються наступні методи досліджень: чисельного інтегрування, методи, що дозволяють визначити оптимальну кількість рухомого складу на маршруті.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці процесу формування структури рухомого складу пасажирського муніципального транспорту, який окрім критерію мінімуму коефіцієнту динамічного використання пасажиромісткості при відомому транспортному попиті дозволяє враховувати доцільність застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

Практична значимість отриманих результатів. Впровадження процесу формування структури рухомого складу пасажирського муніципального транспорту з застосуванням комбінованих енергетичних установок на маршрутах міського пасажирського транспорту забезпечує максимально можливий рівень якості транспортного обслуговування пасажирів при встановленому розмірі пасажирського тарифу.

Достовірність теоретичних положень підтверджується застосуванням сучасних методів обробки статистичних даних з використанням репрезентативних обсягів вибірок, відсутністю протиріч між отриманими результатами та висновками теоретичних досліджень

Апробація результатів роботи. Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на XIV міжнародній науково-практичній конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту”, 25-27 жовтня 2021 року в м. Вінниця, див. додаток В.

Публікації. Антонюк О.П., Шевченко Р.Б. Підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту застосуванням автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення / Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 25-27 жовтня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 13-15, [1].

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМУНАЛЬНОГО
ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

1.1 Історія КП «Вінницька транспортна компанія»

КП "Вінницька транспортна компанія" - одне з підприємств міського транспорту України. Його історія починається з 1913 року, коли перші сім вагонів почали свій шлях вулицями міста.

КП "Вінницька транспортна компанія" - це підприємство з загальною кількістю працюючих порядку 2000 чоловік, з необхідним технологічним обладнанням, базою служби енергогосподарства, автогосподарством, службою колії і кваліфікованими кадрами.

Власником підприємства, є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради. Органом, за яким закріплено функції управління підприємством, є Департамент енергетики, транспорту та зв'язку міської ради. 27 лютого 2014 року рішенням 45-ої сесії Вінницької міської ради було змінено назву комунального підприємства "Вінницьке трамвайно-тролейбусне управління" на комунальне підприємство "Вінницька транспортна компанія", скорочено КП "ВТК".

Диверсифікувалась і сфера діяльності підприємства. Окрім експлуатації міського електричного та автомобільного транспорту загального користування, КП "ВТК" відповідає за експлуатацію та функціонування аеродрому, прийняття та відправлення повітряних суден з нього із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів та вантажів.

За свою історію підприємство кілька разів змінювало свою назву. Перша назва, з якою підприємство відкривало трамвайний рух у місті - "Винницкий городской трамвай" (1913 рік). У 1922 році було змінено назву на "Винницкое городское электрическое предприятие" - до сфери діяльності транспортного підприємства було віднесено і експлуатацію відновленої після війни електричної станції. У 1932 році підприємство дістало нову назву "Управление городского трамвая", а у 1936 - "Трамвайный трест".

В 2003-2004 роках підприємством було впроваджено нові технології ремонту трамвайної колії на центральному мосту та по вул.Соборній, де було змінено 2,1 км рейкового полотна.

З 2008 року до складу підприємства входить муніципальний автобусний парк, який складається з автобусів марок ЛАЗ та Богдан.

З відкриттям тролейбусного руху у Вінниці підприємство було отримано нову назву "Трамвайно-тролейбусне управління", яке воно мало до 2014 року.

У 2009 році на підприємство покладаються обов'язки по експлуатації та організації перевезень пасажирів муніципальними автобусами. З проведенням транспортної реформи, на компанію покладається контроль за роботою пасажирського транспорту загального користування інших перевізників. З лютого 2014 року комунальне підприємство "Аеропорт Вінниця" стає підрозділом КП "ВТТУ". Тому стара назва підприємства вже не відповідає тим завданням, які виконує підприємство. У 2014 році завершено будівництво муніципального автобусного парку КП "Вінницька транспортна компанія".

Робота трамваїв і тролейбусів на лінії забезпечується завдяки ремонтній базі, яка дозволяє виконувати всі види ТО і Р рухомого складу, освоювати сучасні технології реставрації агрегатів, виготовляти та реставрувати власними силами більш як 750 видів запасних частин.

В управлінні виконується значний обсяг робіт з впровадження енергозберігаючих технологій. Розроблено і встановлено в усіх трамваях і частково на троллейбусах лічильники електроенергії постійного струму, здійснюється планування витрат на енергоресурси, що дає змогу щомісячно економити до 60 тис.гривень.

Незважаючи на старіння трамваїв, тролейбусів та автобусів і відсутність фінансової змоги їх оновлення, технічний стан рухомого складу знаходиться на належному рівні.

1.2 Характеристика КП «Вінницька транспортна компанія»

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» знаходиться за адресом: м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе. 29 Україна, 21036, а її структурні

підрозділи розосереджені про всьому місту. Муніципальний автобусний парк КП «Вінницька транспортна компанія» знаходиться за адресом: м. Вінниця, вул. Сабарівське шосе, 19. Кожного року автобусний парк КП «Вінницька транспортна компанія» оновлює та розширює свій рухомий склад та матеріально технічну базу на території якого розташувались муніципальні автобуси та транспортні засоби, які забезпечують функціонування підприємства, зокрема спеціалізований транспорт.

Предметом діяльності підприємства є:

- пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення, у тому числі:
- міський електричний транспорт (відповідно до Договору про організацію надання транспортних послуг з перевезень пасажирів міським електричним транспортом);
- міський автомобільний транспорт загального користування;
- вантажний автомобільний транспорт;
- забезпечення експлуатації і функціонування аеродрому, будівель, споруд, інженерних мереж та інших об'єктів аеродромного обладнання, пасажирського та вантажного терміналів, а також засобів механізації і спеціалізованого транспорту';
- прийняття та відправлення повітряних суден із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів, вантажів, багажу та пошти необхідними засобами;
- допоміжне обслуговування авіаційного транспорту;
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- ремонт і технічне обслуговування інших транспортних засобів;
- надання послуг з перевезення речей (переїзду);
- транспортне оброблення вантажів;
- інша допоміжна діяльність у сфері транспорту;
- складське господарство;
- будівництво житлових і нежитлових будівель;
- будівництво доріг і автострад;

- будівництво трубопроводів;
- будівництво споруд електропостачання та телекомунікацій;
- будівництво інших споруд;
- електромонтажні роботи;
- монтаж водопровідних мереж, систем опалення та кондиціонування;
- інші будівельно-монтажні роботи;
- штукатурні роботи;
- покриття підлоги й облицювання стін;
- малярні роботи та скління;
- інші роботи із завершення будівництва;
- покрівельні роботи;
- ремонт і технічне обслуговування готових металевих виробів;
- ремонт і технічне обслуговування електричного устаткування;
- ремонт і технічне обслуговування інших машин та устаткування;
- установлення та монтаж машин і устаткування;
- надання в оренду й експлуатацію власного чи надання в суборенду орендованого майна;
- надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів;
- надання в оренду вантажних автомобілів;
- надання в оренду будівельних машин і устаткування;
- надання в оренду інших машин, устаткування та товарів;
- управління нерухомим майном за винагороду або на основі контракту;
- діяльність готелів і подібних засобів тимчасового розміщення;
- діяльність інших засобів тимчасового розміщення;
- діяльність ресторанів, надання послуг мобільного харчування;
- виробництво готової їжі та страв;
- постачання інших готових страв;
- обслуговування напоями;
- інші види роздрібно торгівлі в неспеціалізованих магазинах;
- діяльність туристичних агентств;

- діяльність туристичних операторів;
- надання інших послуг бронювання та пов'язана з цим діяльність;
- діяльність інформаційних агентств;
- надання інших інформаційних послуг;
- друкування іншої продукції;
- інші види видавничої діяльності;
- діяльність лікарняних закладів;
- інша діяльність у сфері охорони здоров'я;
- видання довідників і каталогів;
- рекламна діяльність і дослідження кон'юнктури ринку;
- організація інших видів відпочинку та розваг.
- допоміжне обслуговування наземного транспорту, в тому числі:- функціонування доріг, мостів, тунелів, паркувальних майданчиків, платних автостоянок або гаражів, стоянок для велосипедів, зберігання житлових автофургонів і причепів у зимовий період;
- утримання та поточний ремонт мереж електротранспорту: трамвайних, троллейбусних, фунікулерних, метро, тощо.

1.3 Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія»

На сьогоднішній день автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» нараховує 58 автобусів великого класу та 8 автобусів середнього класу.

До них відносяться Богдан А70132 – 30 од., Богдан А70130 – 4 од., Богдан А70110 – 16 од. та автобусів ЛАЗ – А183 – 8 од. 8 автобусів АТАМАН (ISUZU) А092G6 та 1 електробус Skywell. Дані автобуси працюють на газовому паливі та електротязі. Автобуси мають понижену підлогу та спеціальний пандус для людей на візках і розраховані для перевезення 42-х пасажирів. Також на підприємстві є 37 одиниць транспортних засобів серед яких легкові автомобілі (в тому числі два електромобілі), автофургони, автокрани, вантажні та спеціальні автомобілі для обслуговування електричних мереж для трамваїв та троллейбусів.

Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія» представлений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія»

Рік поставки	Марка	Модифікація	Формула дверей	Двигун	Пасажиро-місткість, люд.	Кількість
2008	ЛАЗ-А183 D1	Низько підлоговий	2-2-2	Deutz, 265 к.с.	120 (32 – для сидінь)	5
2009	ЛАЗ-А183 D1	Низько підлоговий	2-2-2	Deutz, 265 к.с.	120 (32 – для сидінь)	1
2010, 2012	ЛАЗ-А183 FO	Низько підлоговий	2-2-2	Youchai, 260 к.с.	120 (32 – для сидінь)	2
2011	Богдан А70110	Низько підлоговий	2-2-2	Cummins, 285 к.с.	100 (28 – для сидінь)	8
2012	Богдан А70110	Низько підлоговий	2-2-2	Cummins, 285 к.с.	100 (28 – для сидінь)	7
2013	Богдан А70130	Низько підлоговий	2-2-2	IVECO N60ENTC, 264 к.с.	106 (30 – для сидінь)	5
2014	Богдан А70132	Низько підлоговий	2-2-2	IVECO NEF F4A-6, 264 к.с.	106 (30 – для сидінь)	16
2015	Богдан А70132	Низько підлоговий	2-2-2	IVECO NEF F4A-6, 264 к.с.	106 (30 – для сидінь)	14
2016	Атаман А 092 G6	Низько підлоговий	1-2	4HV1-NA 110 к.с.	43 (22 – для сидінь)	3
2017	Атаман А 092 G6	Низько підлоговий	1-2	4HV1-NA 110 к.с.	43 (22 – для сидінь)	5
Всього						66

1.4 Аналіз маршрутної мережі міста Вінниця

Основним завданням організації руху міського пасажирського транспорту є забезпечення найбільш високої якості пасажиро-перевезень, яка оцінюється регулярністю руху автобусів, величиною маршрутного інтервалу, витратами часу населення на поїздки, швидкістю повідомлення. Великий вплив на організацію

перевезень та підвищення використання пасажирського транспорту надає нерівномірність розподілу пасажиропотоків за періодами доби, що безпосередньо впливає на зміни параметрів дорожнього руху транспортних засобів у часі. В містах у будні дні переважають трудові поїздки, які концентруються в ранкові та вечірні години, тобто в цей час мають місце пікові пасажиропотоки. Міжпіковий період характеризується різким зменшенням пасажиропотоку, що викликає зниження ефективності використання транспортних засобів, значне збільшення інтервалів їх руху і, як наслідок, збільшення часу очікування пасажиром посадки і, відповідно, тривалості поїздки пасажирські перевезення автомобільним транспортом здійснюються при дотриманні ряду принципів.

Міський пасажирський транспорт м. Вінниці у цілому задовольняє потреби населення у перевезеннях, однак існує ряд проблем, що потребують системного аналізу та вжиття відповідних заходів щодо забезпечення сталого розвитку виробничої системи міських пасажирських перевезень. Однією з таких проблем є збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальним пасажирським транспортом.

На даний час внутрішньо-міські перевезення пасажирів здійснюються тролейбусами, трамваями та автобусами, процентний розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами пасажирського транспорту в м. Вінниця наведений на рисунку 1.1.

Як видно з діаграми автобуси забезпечують 34.1% від всього обсягу перевезень, тому від його рівня функціонування залежить якість надання послуг по перевезенню пасажирів. Однак як відзначалось раніше значна частина цих перевезень здійснюється КП «ВТК».

Автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» на даний час обслуговує 19 автобусних маршрутів, що працюють у звичайному режимі руху. Як відзначалось раніше при реформуванні маршрутної мережі передбачалось збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальними автобусами великої місткості.

Розподіл обсягів перевезень пасажирів

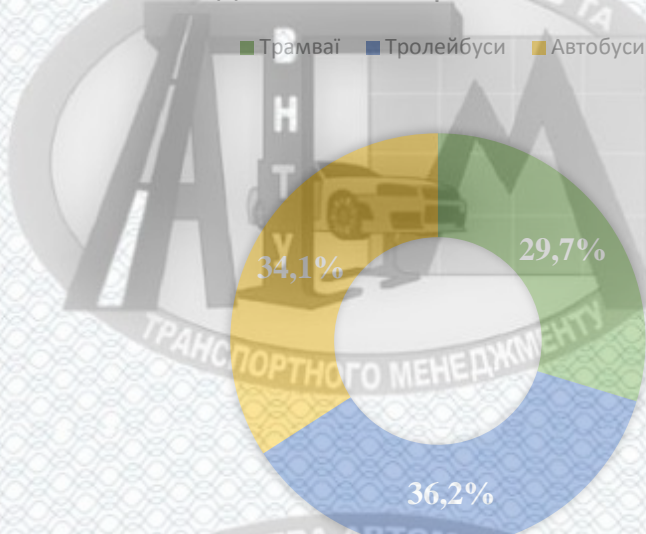


Рисунок 1.1 – Розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами міського пасажирського транспорту у м. Вінниці у відсотковому відношенні

Мережа маршрутів м. Вінниці станом на 01.09.2021 р. наведена на рис. 1.2.

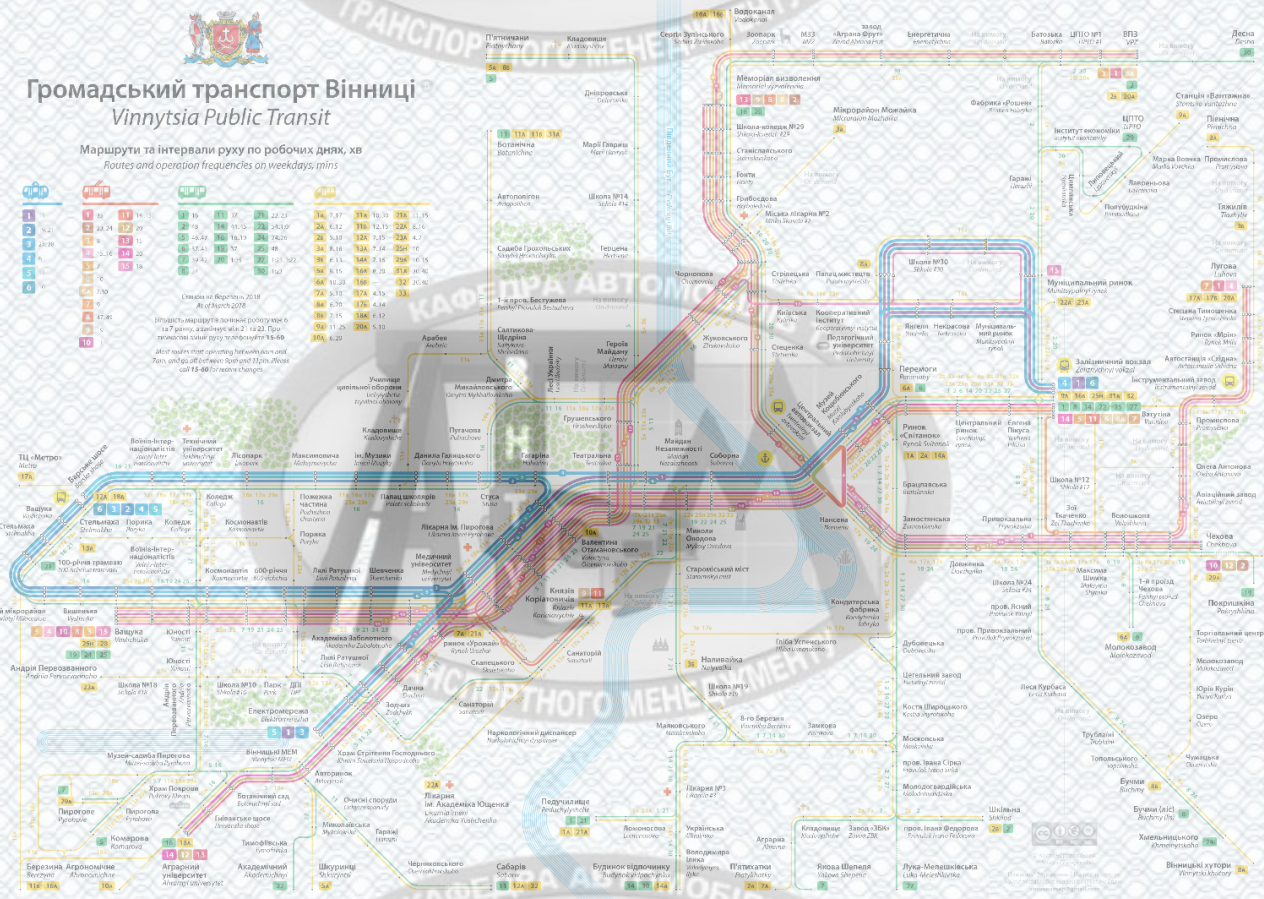


Рисунок 1.2 – Маршрути м. Вінниці

У відповідності до рішення Вінницької міської ради автобусний парк КП «Вінницької транспортної компанії» обслуговує автобусні маршрути № 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 19, 20, 21, 24, 25, 30. Кількість транспортних засобів необхідна для обслуговування цих маршрутів, визначена з урахуванням обсягів перевезення пасажирів складає 50 одиниць, в залежності від навантаження та пори року.

1.5 Аналіз виробничо-технічної бази підприємства та існуючої системи і організації ТО і ПР

1.5.1 Аналіз виробничо-технічної бази

Площа території підприємства складає 1.05 га.

Виробничо-технічна база підприємства складається із виробничого корпусу, в якому знаходяться зони ТО і ПР автобусів і ремонтні дільниці; адміністративний корпус; площадки для відкритого зберігання автобусів. Головний виробничий корпус має загальну площу 2160 м², з якої 1922,3 м² – корисна. Габарити споруди 60х36 м. Крок колон 12х6 та 6х6. При будівництві застосовані залізобетонні колони прямокутного перетину розмірами 400х400, 500х500 і 500х600 мм. Щоб запобігти наїзду автобусів на колони, навколо них споруджено колесовідбійні тротуари. Під колонами знаходиться монолітний бетонний фундамент. Стіни корпусу побудовані з цегли і частково із склоблоків. Товщина стін 50 см. Висота дверей, які ведуть у виробничі приміщення – 2.4 м. Ворота виконані двостворчатими.

Зона ТО і ПР рухомого складу має площу 1008 м², токарна дільниця – 32,5 м², слюсарна – 16,4 м², шиномонтажна та вулканізаційна – 11,6 м², електроцех -12,0 м², бляхарсько-зварювальна – 10,9 м².

Роботи з ТО та ПР виконуються на чотирьох універсальних постах, обладнаних підйомниками, спеціалізованим обладнанням та інструментом. Пости розташовані паралельно під кутом 90° до вісі проїзду. Для в'їзду, виїзду автомобілів в зоні передбачено четверо воріт розмірами 4х4 м. Для робітників передбачено вхід через двері, які розташовані в воротах.

Для забезпечення зони водою використовується місцева комунікаційна мережа з технічною та питною водою.

Перелік основного обладнання на дільницях виробничого корпусу. Електротехнічна дільниця:

- стенди Э 240, Э 236;
- настільний свердлильний станок 2М112;
- випрямлювач ВСА-111К. Токарний цех:
- станок свердлильно-розточний 1А62;
- станок розточний SV18Р (Чехо-словакія);
- станок заточний ЗТШ-200. Шиноремонтна дільниця:
- станок для балансування коліс К-121;
- апарат вулканізаційний Ш-109;
- бортувальний стенд Ш-501М. Слюсарно-механічна дільниця:
- станок токарно-гвинторізний 1А616П;
- станок вертикально-свердлильний 2Б125.

Адміністративний корпус – двоповерхова будівля, в приміщенні якої розташовуються диспетчерська та служба управління.

Зона стоянки без підігріву. Автомобілі розташовані під кутом 60° до осі проїзду, зі 100% незалежним виїздом.

Автозаправна колонка знаходиться в 10 метрах від місця виїзду автобусів з підприємства.

Основне покриття земельної ділянки – асфальтобетон, рельєф місцевості рівнинний. Рівень ґрунтових вод -8 метрів.

1.5.2 Аналіз існуючої системи і організації ТО і ПР

ТО-1, ТО-2, автомобілі проходять за графіком через визначені пробіги. При цьому виконується дрібний ремонт. Поточний ремонт проводиться по заявках.

ТО-1: метод обслуговування на універсальних постах тупикового типу; ТО-2: метод обслуговування на універсальних постах тупикового типу; ПР : виконується на універсальних постах тупикового типу. Оборотний фонд створюється і

підтримується за рахунок надходження нових чи відремонтованих агрегатів, у тому числі й зі списаних автомобілів.

Після проведення відповідних видів обслуговування і поточного ремонту автомобілі направляються в зону зберігання. Робота ремонтних ділянок планується за принципом підтримки незнижуваного запасу деталей, вузлів і агрегатів на складі.

Перевезення здійснюють водії першого і другого класів, технічним обслуговуванням і ремонтом автотранспорту займаються автослюсарі 4-го і 5-го розрядів.

Підприємство використовує такі ресурси: паливо і мастильні матеріали для автомобілів, воду, теплову і електричну енергію. Теплу воду і тепло в холодний період року філія отримує від котельні.

Умови експлуатації: кількість робочих днів на рік - 365; враховуючи тип дорожнього покриття, тип рельєфу місцевості, а також умови роботи приймається III-я категорія умов експлуатації; кліматичний район-помірний.

1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

В першому розділі проаналізовано маршрутну мережу міста Вінниця та розглянуто особливості функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія». Також наведено можливості щодо адаптації виробничо-технічної бази підприємства та існуючої системи і організації ТО і ПР для обслуговування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

У результаті встановлено, що для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту доцільною є модернізація рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія», шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія»;

- виконати аналіз показників якості транспортного обслуговування міського пасажирського транспорту;

- вибрати схему комбінованого приводу для міського пасажирського транспорту;

- провести теоретичні дослідження залежності енергоємності БДЕ від потужності первинного джерела енергії;

- розробити рекомендації щодо вибору типу рухомого складу, обладнаними енергоустановками з БДЕ та розрахувати програму пасажирських перевезень для КП «Вінницька транспортна компанія».



РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

2.1 Вибір програмного забезпечення для розрахунку на ЕОМ

Розрахункова частина проекту частково або повністю може бути виконана з використанням ЕОМ. Для виконання таких розрахунків можливе використання існуючого програмного забезпечення або написання програмного коду на одній з мов програмування.

Критеріями обґрунтування доцільності вибраного програмного забезпечення є розрахункові можливості програмного продукту та простота його використання.

В якості програмного продукту можуть бути вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel або програмні середовища Delphi чи Microsoft Visual Studio з мовами програмування Pascal та C++ відповідно.

В якості програмного продукту вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel 2010.

2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Для розрахунку виробничої програми КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» необхідно мати наступні вихідні дані:

- тип рухомого складу – Богдан, ЛАЗ, ISUZU АТАМАН;
- середньодобовий пробіг РС по кожній групі складає – 200 км.;
- категорія умов експлуатації – III-я;
- природньо-кліматичні умови – помірний кліматичний район;
- кількість днів роботи за рік становить 365 днів, а час перебування в наряді за добу – 12 год.

Розрахунок будемо проводити згідно [2] та [3] для 70 автобусів великого класу та 50 – середнього. Оскільки, в перспективі підприємства стоїть збільшення автобусного парку для охоплення більшої території міста, на якій буде можливо

надавати послуги транспортної компанії. Відповідно збільшено середньодобові пробіги.

2.3 Вибір і коректування нормативів проектування АТП

Режим роботи виробничих підрозділів технічної служби. Тут мається на увазі, що потрібно визначити режим роботи рухомого складу на лінії, видами ТО й ремонту, їхньою періодичністю та тривалістю. Режим роботи наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Режим роботи рухомого складу

Тип рухомого складу	Середньодобовий пробіг автомобілів моделі, км	Тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів	Облікова кількість автомобілів <i>i</i> -ї моделі	Тривалість простою, не більше	
				в ТО і ПР, днів на 1000 пробігу	в КР, днів
Великого класу	200	365	70	0,3	18
Середнього класу	225	365	50	0,25	18

Далі, в таблиці 2.2, охарактеризуємо рухомий склад КП «ВТК»

Таблиця 2.2 – Характеристика рухомого складу автомобільного транспорту

Тип, марка і модель автомобіля	Характеристика рухомого складу		Модель-представник
	Довжина, м	Пасажиромісткість, пас	
Автобуси			
Середній клас	7,430	43	АТАМАН А092
Великий клас	11,960	110	БОГДАН А701 ЛАЗ-А183

Періодичність ТО-1, ТО-2, КР зведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Нормативна періодичність ТО та ПР

№ п/п	Періодичність	Нормативні показники	АТАМАН А092	БОГДАН А701 ЛАЗ-А183
1	2	3	4	5
1	Капітальний ремонт	L^H , тис. км КР	400	500
2	Технічне обслуговування (ТО-1)	L^H , км ТО ₁	5000	5000
3	Технічне обслуговування (ТО-2)	L^H , км ТО ₂	20000	20000

Коефіцієнт корегування нормативів залежно від категорії експлуатації K_1 , зведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Коефіцієнт корегування нормативів

№ п/п	Умови корегування нормативів	Значення коефіцієнта корегування		
		Періодичність ТО	Питомої трудомісткості ПР	Ресурсу
1	K_1	1	1	1
2	K_2	1	1	1
3	K_3	1	1	1
4	K_4	—	1,35 – Великий клас 1,19 – Середній клас	—
5	K_5	—	1	—

Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті слід приймати по нормативним значенням з таблиці 2.4.

Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті

Тип рухомого складу	Тривалість простою, не більше	
	в ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу	в КР, днів
Автобуси		
Автобуси великого класу	0,3	18
Автобуси середнього класу	0,25	18

Трудомісткості ТО і ПР рухомого складу заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Трудомісткості ТО і ПР рухомого складу

Тип рухомого складу	Середньо добовий пробіг автомобілів <i>i</i> -ї моделі, км	Тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів	Облікова кількість автомобілів <i>i</i> -ї моделі	Тривалість простою, не більше	
				в ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу	в КР, днів
Великого класу	200	365	70	0,3	18
Середнього класу	225	365	50	0,25	18

Загальний пробіг до КР визначаємо по формулі:

$$L_{кр} = L_{кр}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

Тоді загальний пробіг до КР становитиме:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $L_{кр} = 500000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 500000$ (км);

б) для автобуса АТАМАН А092: $L_{кр} = 400000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 400000$ (км).

Періодичність ТО-1 і ТО-2 можна визначити по формулі:

$$L_{ТО} = L_{ТО}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

де $L_{ТО}^H$ - нормативний пробіг до ТО-1 або ТО-2, [2].

Розрахуємо періодичність ТО-1 і ТО-2 для:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $L_{ТО-1} = 5000 \cdot 1 \cdot 1 = 5000$ км;

б) для автобуса АТАМАН А092: $L_{TO-2} = 20000 \cdot 1 \cdot 1 = 20000$ км.

Визначаємо кратність ТО-1:

$$n_1 = L_{TO-1} / l_{ec} \quad (2.3)$$

де l_{ec} - середньодобовий пробіг, км.

Отже кратність ТО-1 становитиме:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $n_1 = 5000 / 200 = 25$;

б) для автобуса АТАМАН А092: $n_1 = 5000 / 225 = 22,2 \approx 22$.

Уточнимо пробіг до ТО-1:

$$L_{TO-1} = L_{bc} \cdot n_1, \text{ км} \quad (2.4)$$

Пробіг до ТО-1 становитиме:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $L_{TO-1} = 200 \cdot 25 = 5000$

б) для автобуса АТАМАН А092: $L_{TO-1} = 225 \cdot 22 = 4950$

Визначимо кратність ТО-2:

$$n_2 = L_{TO-2} / L_{TO-1} \quad (2.5)$$

Отримали такий результат:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $n_2 = 20000 / 5000 = 4$

б) для автобуса АТАМАН А092: $n_2 = 20000 / 4950 = 4,04 \approx 4$

Уточнимо пробіг до ТО-2:

$$L_{TO-2} = n_2 \cdot L_{TO-1} \quad (2.6)$$

Тобто ТО-2 буде дорівнювати:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $L_{TO-2} = 4 \cdot 5000 = 20000$

б) для автобуса АТАМАН А092: $L_{TO-2} = 4 \cdot 4950 = 19800$

Визначимо кратність КР:

$$n_3 = L_{кр} / L_{ТО-2} \quad (2.7)$$

Кратність КР буде дорівнювати:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $n_3 = 500000 / 20000 = 25$

б) для автобуса АТАМАН А092: $n_3 = 400000 / 19800 = 20,20 \approx 20$

Уточнимо пробіг до КР:

$$L_{кр} = n_3 \cdot L_{ТО-2} \quad (2.8)$$

Отже пробіг до КР:

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $L_{кр} = 25 \cdot 20000 = 500000$

б) для автобуса АТАМАН А092: $L_{кр} = 20 \cdot 19800 = 396000$

Визначаємо трудоемність ТО-1, ТО-2:

$$t = t^H \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.9)$$

де t^H – норматив трудоемності для визначеного виду ТО; люд.год ;
 K_4 – коефіцієнт, що враховує кількість одиниць технологічно сумісного рухомого складу .

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$\begin{aligned} t_{щод} &= 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ (люд. год.);} \\ t_{щог} &= 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ (люд. год.);} \\ t_{ТО-1} &= 7,5 \cdot 1 \cdot 1,35 = 10,125 \text{ (люд. год.);} \\ t_{ТО-2} &= 30 \cdot 1 \cdot 1,35 = 40,5 \text{ (люд. год.).} \end{aligned}$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$\begin{aligned} t_{щод} &= 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ (люд. год.);} \\ t_{щог} &= 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ (люд. год.);} \\ t_{ТО-1} &= 6 \cdot 1 \cdot 1,19 = 7,14 \text{ (люд. год.);} \\ t_{ТО-2} &= 24 \cdot 1 \cdot 1,19 = 28,56 \text{ (люд. год.);} \end{aligned}$$

де $t_{\text{щО}}^{\text{н}}$ – норматив трудоємності ЩО; люд. год,

$t_{\text{ТО-1}}^{\text{н}}$ – норматив трудоємності ТО-1; люд. год,

$t_{\text{ТО-2}}^{\text{н}}$ – норматив трудоємності ТО-2; люд. год,

$t_{\text{ПР}}^{\text{н}}$ – норматив трудоємності ПР; люд.год.

Трудоємність ПР визначається за формулою:

$$t_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (2.10)$$

де $t_{\text{ПР}}^{\text{н}}$ – нормативна питома трудоємність ПР, люд. год / 1000 км.

Розрахуємо трудоємність ПР для КП «ВТК»:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $t_{\text{ПР}}=3,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1=4,455$ (люд. год. / 1000);

б) для автомобілів АТАМАН А092: $t_{\text{ПР}}=3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 1=3,57$ (люд. год. / 1000).

Занесемо в таблицю 2.7 нормативні і корегуванні трудомісткості по видам робіт.

Таблиця 2.7 – Нормативи і корегування трудомісткості по видам робіт

№ п/п	Показник	БОГДАН А701, ЛАЗ-А183		АТАМАН А092	
		нормативний	корегований	нормативний	корегований
1	$L_{\text{кр}}$, км	500000	500000	400000	396000
2	Періодичність ТО-1, км	5000	5000	5000	4950
3	Періодичність ТО-2, км	20000	20000	20000	19800
4	$t_{\text{ЩОд}}$	0,4	0,4	0,3	0,3
5	$t_{\text{ЩОт}}$	0,2	0,2	0,15	0,15
6	$t_{\text{ТО-1}}$	7,5	10,125	6	7,14
7	$t_{\text{ТО-2}}$	30	40,5	24	28,56
8	$t_{\text{пр}}$	3,3	4,455	3	3,57

Розрахунок річної та добової виробничих програм з ТО автомобілів.

Кількість ТО і Р визначаємо цикловим методом на один автомобіль з послідуочим перерахунком на всі автомобілі підприємства. Сумарний річний пробіг по кожній моделі автомобілів складатиме, км.:

$$L_{pi} = \frac{A_i \cdot D_p}{\frac{1}{l_{ci}} + \frac{\alpha_{ki}}{L_{kj}} + \frac{\alpha_{ТОПІ}}{1000}}, \quad (2.11)$$

де A_i - облікова кількість автомобілів i -ї моделі;

D_p - тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів;

l_{ci} - середньодобовий пробіг автомобілів i -ї моделі, км;

L_{ki} - пробіг до капітального ремонту, км;

α_{ki} - тривалість простою в КР, днів;

$\alpha_{ТОПІ}$ - тривалість простою автомобілів i -ї моделі на ТО і ПР, днів/1000км.

а) для автобусів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$L_p = \frac{70 \cdot 365}{\frac{1}{200} + \frac{18}{500000} + \frac{0,3}{1000}} = 4788230 \text{ (км)}.$$

б) для автобусів АТАМАН А092:

$$L_p = \frac{50 \cdot 365}{\frac{1}{225} + \frac{18}{396000} + \frac{0,25}{1000}} = 3850290 \text{ (км)}.$$

Річна кількість технічних впливів по кожній моделі для капітального ремонту визначається по формулі:

$$N_k = \frac{L_p}{L_k}, \quad (2.12)$$

де N_k - річна кількість КР;

L_k - скоригований пробіг до КР.

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_k = \frac{4788230}{500000} = 9,5 \approx 10$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_k = \frac{3850290}{396000} = 9,7 \approx 10$$

Для ТО-2:

$$N_2 = \frac{L_p}{L_2} - N_k, \quad (2.13)$$

де N_2 – річна кількість ТО-2;

L_2 – скориговані періодичності ТО-2

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для ТО-2:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_2 = \frac{4788230}{20000} - 10 = 229,4 \approx 229$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_2 = \frac{3850290}{19800} - 10 = 184,4 \approx 184$$

Для ТО-1:

$$N_1 = \frac{L_p}{L_1} - N_k - N_2, \quad (2.14)$$

де N_1 – річна кількість ТО-1;

L_1 – скориговані періодичності ТО-1.

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для ТО-2:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_1 = \frac{4788230}{5000} - 10 - 229 = 718,6 \approx 719,$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_1 = \frac{3850290}{4950} - 10 - 184 = 583,8 \approx 584.$$

Для ЩО_д:

$$N_{щод} = \frac{L_p}{l_c},$$

(2.15)

де $N_{щод}$ – річна кількість ЩО_д;

l_c – середньодобовий пробіг автомобілів.

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для ЩО_д

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{щод} = \frac{4788230}{200} = 23941,$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{щод} = \frac{3850290}{225} = 17112.$$

Для ЩО_т:

$$N_{щот} = (N_1 + N_2) \cdot K_{пр},$$

(2.16)

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для ЩО_Т:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{щот}} = (719 + 229) \cdot 1,35 = 1279,9 \approx 1280;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{щот}} = (584 + 184) \cdot 1,19 = 913,9 \approx 914.$$

Для СО:

$$N_{\text{со}} = 2 \cdot A_{\text{сп}}, \quad (2.17)$$

де $N_{\text{со}}$ – річна кількість СО;

$A_{\text{сп}}$ – списочна кількість автомобілів.

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для СО:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $N_{\text{со}} = 2 \cdot 70 = 140$

б) для автомобілів АТАМАН А092: $N_{\text{со}} = 2 \cdot 50 = 100$

Для Д-1:

$$N_{D-1} = 1.1 \cdot N_1 + N_2, \quad (2.18)$$

де N_{D-1} – річна кількість Д-1;

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для Д-1:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{p-1} = 1.1 \cdot 719 + 229 = 1019,9 \approx 1020;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{p-1} = 1.1 \cdot 584 + 184 = 826,4 \approx 826.$$

Для Д-2:

$$N_{D-2} = 1.2 \cdot N_2, \quad (2.19)$$

де N_{D-2} – річна кількість Д-2;

Розрахуємо річну кількість технічних впливів по кожній моделі для Д-2:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{D-2} = 1.2 \cdot 229 = 274,8 \approx 275;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{D-2} = 1.2 \cdot 184 = 220,8 \approx 221.$$

Розрахунок добової програми РОВ АТП

Добову програму $N_{j,d}$ кожного виду технічних впливів розраховують за технологічно сумісними моделями автомобілів, її визначають так:

$$N_{j,d} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{j,i}}{D_{p,j}}, \quad (2.20)$$

де $\sum N_{j,i}$ – сумарна річна кількість технічних впливів j -го виду по технологічно сумісних моделях автомобілів; i – вид технічного впливу /ЩО, ТО-1, ТО-2/; $D_{p,j}$ – число робочих днів відповідної зони що виконує i -й вплив.

Добова програма для ЩО:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{щод}} = \frac{23941}{365} = 65,59 \approx 66$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{щод}} = \frac{17112}{365} = 46,88 \approx 47$$

Для ТО-1:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{то1}} = \frac{719}{365} = 1,96 \approx 2$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{то1}} = \frac{584}{365} = 1,6$$

Для ТО-2:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{ТО2}} = \frac{229}{365} = 0,62$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{ТО2}} = \frac{184}{365} = 0,5$$

Розрахунок обсягів робіт з ТО і ПР рухомого складу АТП

Річний обсяг робіт по АТП обчислюють у людино-годинах. Він містить обсяги робіт з ЩО, ТО-1, ТО-2 та ПР. Обсяги ЩО, ТО-1, ТО-2 визначають на основі річної виробничої програми і трудомісткості виконання даного виду робіт. Обсяг ПР визначають виходячи з річного пробігу автомобілів і питомої трудомісткості ПР на 1000 км пробігу. СО, що виконується двічі у рік, як правило, суміщають з ТО-2 і як окремий вид обслуговування не враховують. Річні обсяги робіт ЩОд:

$$T_{\text{ЩОд}} = N_{\text{ЩОд}} \cdot t_{\text{ЩОд}} \quad (2.21)$$

Визначимо річний обсяг робіт ЩОд:

а) для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{\text{ЩОд}} = 23941 \cdot 0,4 = 9576,4$$

б) для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{ЩОд}} = 17112 \cdot 0,3 = 5133,6$$

Річні обсяги робіт ЩОт:

$$T_{\text{ЩОт}} = (N_1 + N_2) \cdot K_{\text{ПР}} \cdot t_{\text{ЩОт}} \quad (2.22)$$

Визначимо річний обсяг робіт ЩОт:

а) для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{\text{ЩОт}} = (719 + 229) \cdot 1,35 \cdot 0,2 = 255,96 \approx 256$$

б) для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{щот}} = (584 + 184) \cdot 1,19 \cdot 0,15 = 137$$

Річні обсяги робіт ТО-1

$$T_1 = N_1 \cdot t_1, \quad (2.23)$$

де t_1 - скориговані нормативні трудомісткості ТО-1, люд.-год.;

а) для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_1 = 719 \cdot 10,125 = 7279,8 \approx 7280$$

б) для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_1 = 584 \cdot 7,14 = 4169,76 \approx 4170$$

Річні обсяги робіт ТО-2

$$T_2 = N_2 \cdot t_2 + N_{co} \cdot m_1 \cdot t_2, \quad (2.24)$$

де t_2 - скориговані нормативні трудомісткості ТО-2, люд.-год.;

m_1 - частка трудомісткості ТО-2, що припадає на одне сезонне обслуговування (для помірного району $m_1 = 0,2$).

Отже, річні обсяги робіт ТО-2 становитимуть:

а) для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_2 = 229 \cdot 40,5 + 140 \cdot 0,2 \cdot 40,5 = 10408,5 \approx 10409$$

б) для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_2 = 184 \cdot 28,56 + 100 \cdot 0,2 \cdot 28,56 = 5826,24 \approx 5826$$

Річні обсяги робіт ПР

$$T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{пр}} \cdot L_{\text{п}}}{1000}, \quad (2.25)$$

$t_{\text{пр}}$ – скоригована трудомісткість ПР, люд.-год./1000км;

а) для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{\text{пр}} = \frac{4,45 \cdot 4788230}{1000} = 21307,6 \approx 21308$$

б) для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{пр}} = \frac{3,57 \cdot 3850290}{1000} = 13745,5 \approx 13746$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР по кожній моделі рухомого складу T_{ei} та по підприємству в цілому T_e визначаються за формулами:

$$T_{\text{в}i} = T_{\text{щод}i} + T_{\text{щом}i} + T_{1i} + T_{2i} + T_{\text{пр}i}, \quad (2.26)$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:37

$$T_{\text{в}i} = 9576 + 256 + 7280 + 10409 + 21308 = 48829$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{в}i} = 5133,6 + 137 + 4170 + 5826 + 13746 = 29012,6 \approx 29013$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР для всіх транспортних засобів

$$T_{\text{в}} = \sum_{i=1}^K T_{\text{в}i}; \quad (2.27)$$

$$T_{\text{в}} = 48829 + 29013 = 77842$$

Під час організації ТО-2 виникає необхідність в знятті окремих приладів і вузлів для усунення несправності і контролю на спеціальних стендах на виробничих дільницях. В основному це роботи по системі живлення, електротехнічні,

аккумуляторні і шиномонтажні. Тому виконання 90-95% обсягу робіт ТО-2 планується на постах, а 5-10% – на виробничих дільницях. В практиці проектування цей обсяг робіт розподіляється рівномірно по відповідних дільницях.

При організації Д-1 і Д-2 на самостійних дільницях трудомісткість діагностичних робіт; визначають у частках трудомісткості ТО і ПР. Трудомісткість загальної діагностики Д-1:

$$T_{D-1} = m_2 T_1 + m_3 T_{np}; \quad (2.28)$$

Трудомісткість поглибленої діагностики Д-2:

$$T_{D-2} = m_4 T_2 + m_5 T_{np}; \quad (2.28)$$

де m_2, m_3 – частка трудомісткості відповідно ТО-1 і ПР, яка припадає на загальну діагностику;

m_4, m_5 – частка трудомісткості відповідно ТО-2 і ПР, яка припадає на поглиблену діагностику.

Трудомісткість загальної діагностики Д-1 для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{D-1} = 0,08 \cdot 7280 + 0,01 \cdot 21308 = 795,48$$

Трудомісткість загальної діагностики Д-1 для АТАМАН А092:

$$T_{D-1} = 0,08 \cdot 4170 + 0,01 \cdot 13746 = 471,06$$

Трудомісткість поглибленої діагностики Д-2 для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{D-2} = 0,07 \cdot 10409 + 0,01 \cdot 21308 = 941,71$$

Трудомісткість поглибленої діагностики Д-2 для АТАМАН А092:

$$T_{D-2} = 0,07 \cdot 5826 + 0,01 \cdot 13746 = 545,28$$

Відповідно річні обсяги робіт, які виконуються в зонах ТО-1 і ТО-2, зменшуються на відповідні величини:

$$T_1' = T_1 - m_2 T_1, \quad (2.30)$$

Через це маємо такі величини для ТО-1:

а) для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183: $T_1' = 7280 - 0,08 \cdot 7280 = 6697,6$

б) для АТАМАН А092: $T_1' = 4170 - 0,08 \cdot 4170 = 3836,4$

$$T_2' = T_2 - m_4 T_2, \quad (2.30)$$

Розрахунок величини зменшення робіт, які виконуються в зоні ТО-2:

а) для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_2' = 10409 - 0,07 \cdot 10409 = 9680,37$$

б) для АТАМАН А092:

$$T_2' = 5826 - 0,07 \cdot 5826 = 5418,18$$

Для формування обсягів робіт, які виконуються в зонах і на виробничих дільницях, розподіляють річні обсяги ТО і ПР за видами робіт. Приблизний розподіл трудомісткості ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР за видами робіт наведено в табл.2.8.

Таблиця 2.8 – Частки трудомісткості ЩО_д, ЩО_т, ТО-1, ТО-2, ПР, люд.-год.

Вид робіт	Процентне співвідношення по видах робіт	Для автобусів	
		БОГДАН А701, ЛАЗ-А183	АТАМАН А092
1	2	3	4
ЩО_д			
Мийні	10	957,6	513,4
Прибиральні (включаючи сушку-обтирання)	20	1915,3	1026,7
Заправні	11	1053,4	564,7
Контрольно-діагностичні	12	1149,2	616,0
Ремонтні (усунення дрібних несправностей)	47	4500,9	2412,8
Разом:	100	9576,4	5133,6
ЩО_т			
Прибиральні	55	140,8	75,35
Мийні (включаючи сушку-обтирання)	45	115,2	61,65
Разом:	100	256	137
ТО-1			
Діагностика загальна (Д-1)	8	582,4	333,6
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	92	6697,6	3836,4
Всього:	100	7280	4170
ТО-2			
Діагностика поглиблена (Д-2)	7	728,63	407,82
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	93	9680,37	5418,2
Всього:	100	10409	5826
ПР			
Постові роботи			
Діагностика Загальна (Д-1)	1	213,08	137,46
Діагностика поглиблена (Д-2)	1	213,08	137,46
Регулювальні і розбірно-складальні роботи	27	5753,16	3711,4
Зварювальні роботи	5	1065,4	687,3
Бляхарські роботи	2	426,16	274,92
Фарбувальні роботи	8	1704,64	1099,7
Разом:	44	9375,52	6048,2

Продовження таблиці 2.8

Дільничні роботи			
1	2	3	4
Агрегатні роботи	18	3835,44	2474,3
Слюсарно-механічні роботи	8	1704,64	1099,7
Електротехнічні роботи	7	1491,56	962,22
Акумуляторні роботи	2	426,16	274,92
Ремонт приладів системи живлення	3	639,24	412,38
Шиномонтажні роботи	2	426,16	274,92
Роботи вулканізації (ремонт камер)	1	213,08	137,46
Ковальсько-ресорні роботи	3	639,24	412,38
Мідницькі роботи	2	426,16	274,92
Зварювальні роботи	2	426,16	274,92
Бляхарські роботи	2	426,16	274,92
Арматурні роботи	3	639,24	412,38
Оббивні роботи	3	639,24	412,38
Разом:	56	11932,48	7697,8
Всього:	100	21308	13746

Визначення чисельності працюючих автотранспортних підприємств Розрахунок чисельності виробничого персоналу проводиться на основі річних обсягів робіт відповідних виробничих підрозділів і річного фонду часу.

Визначаємо технологічно-необхідну (явочну) кількість робітників, яка забезпечує виконання добової виробничої програми:

$$P_T = \frac{T_p}{\Phi_m}, \quad (2.32)$$

де T_p – річний обсяг робіт зони чи дільниці, людино-годин;

Φ_m – річний фонд часу робочого місця чи технологічно необхідного робітника, год.

Штатна чисельність робітників забезпечує виконання річних обсягів робіт з ТО й ремонту рухомого складу:

$$P_T = \frac{T_p}{\Phi_p}, \quad (2.32)$$

це Φ_p – річний фонд часу ремонтного робітника, год.

За формулами (2.32-2.33) розраховуємо кількість обслуговуючого персоналу та занесемо дані у таблицю 2.9

Для того, щоб розрахувати явочну та штатну чисельність робітників знайдемо загальну трудомісткість по двом маркам автомобіля:

$$T_B = 48829 + 29013 = 77842$$

Таблиця 2.9 – Розподіл виробничого персоналу за видами робіт

Види робіт ТО і ПР	Трудомісткіс. по видам робіт	Φ_M	P_T	Прийнята, P_T	Φ_P	$P_{ш}$	Прийнята, $P_{ш}$
1	2	3	4	5	6	7	8
ЩОд і ЩОт							
Мийні, прибиральні (включаючи сушку-обтирання)	4806,0	2070	2,32	3	1820	2,64	3
Заправні	1618,1	2070	0,78	1	1820	0,89	1
Контрольно-діагностичні та ремонтні	8678,9	2070	4,19	5	1820	4,77	5
Разом:	15103,0		7,30	9		8,30	9
ТО-1							
Діагностика кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	11450	2070	5,53	6	1820	6,29	7
ТО-2							
Діагностика кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін	16235	2070	7,84	8	1820	8,92	9
ПР							
Постові роботи							
Діагностика, регулювальні і розбірно-складальні роботи,	10165,66	2070	4,91	5	1820	5,59	6
Фарбувальні роботи	2804,32	1830	1,53	2	1610	1,74	2
Бляхарські та зварювальні роботи	2453,78	2070	1,19	2	1820	1,35	2
Разом:	15423,76		7,63	9		8,68	10

Продовження таблиці 2.9

Дільничні роботи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Агрегатні, слюсарно-механічні, роботи	9114,04	2070	4,40	5	1820	5,01	6
Акумуляторні роботи	701,08	2070	0,34	1	1820	0,39	1
Ковальсько-ресорні, мідницькі, зварювальні, бляхарські	5258,1	2070	2,54	3	1820	2,89	3
електротехнічні роботи та ремонт приладів системи живлення	3505,4	2070	1,69	2	1820	1,93	2
Шиномонтажні роботи, роботи вулканізації	1051,62	2070	0,51	1	1820	0,58	1
Разом:	19630,24		9,48	12		10,79	13
Всього:	35054		17,11	21		19,46	23
Всього по АТП	77842			44			48

Визначимо кількість явочних (технологічно-необхідної) і штатних робітників:

$$P_T = \frac{77842}{2070} = 37,6 \approx 38$$

$$P_{ш} = \frac{77842}{1820} = 42,7 \approx 43$$

Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Чисельність допоміжних робітників АТП, які зайняті на допоміжних роботах беруть у процентному відношенні від штатної чисельності виробничих робітників:

$$P_{доп} = \frac{v \cdot P_{ш}}{100}, \quad (2.34)$$

де v – норматив чисельності допоміжних робочих, в % до чисельності виробничих робочих заносимо в таблицю 2.10.

$$P_{доп} = \frac{30 \cdot 43}{100} = 12,9 \approx 13$$

Таблиця 2.10 – Розподіл чисельності допоміжних робітників за видами робіт

Види допоміжних робіт	Співвідношення чисельності робітників, %	Чисельність допоміжних робітників АТП
1	2	3
Ремонт і обслуговування технологічного обладнання, оснастки і інструмента, обслуговування компресорної установки	25	3
Ремонт і обслуговування інженерного устаткування, мереж і комунікацій, прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	30	4
Транспортні роботи, перегін рухомого складу	20	3
Прибирання виробничих приміщень, прибирання території	25	3
Усього	100	13

Визначення чисельності ІТР і службовців

Чисельність персоналу управління підприємством, окрім експлуатаційної та виробничо-технічної служб, молодшого обслуговуючого персоналу й пожежно-сторожової охорони, визначають залежно від потужності підприємства і типу рухомого складу. Чисельність персоналу

експлуатаційної служби залежить від коефіцієнта випуску і кількості автомобілів на АТП і перебуває в процентній залежності від кількості автомобілів. Чисельність персоналу виробничо-технічної служби вибирають за даними залежно від чисельності виробничих робітників і кількості автомобілів на підприємстві.

Підберемо кількість необхідних робітників згідно з нормативами і занесемо дані в таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Чисельність персоналу управління, молодшого обслуговуючого персоналу та пожежно-сторожової охорони

Функції управління персоналу	Потужність підприємства, од. рухомого складу	
	Тип рухомого складу	Від 100 до 250
Загальне керівництво	Автобуси	3
Техніко-економічне планування	Автобуси	3
Організація праці та заробітної платні	Автобуси	4
Бухгалтерський звіт і фінансова діяльність	Автобуси	6
Комплектування і підготовка кадрів	Автобуси	4
Загальне діловодство і господарське обслуговування	Автобуси	2
Матеріально-технічне постачання	Автобуси	2
Молодший обслуговуючий персонал	Автобуси	3
Пожежно-сторожова охорона	Усі види рухомого транспорту	4
Всього		31

Визначимо чисельність працівників експлуатаційної служби АТП та занесемо в таблицю 2.12.

Таблиця. 2.12 – Чисельність працівників експлуатаційної служби АТП

Коефіцієнт впуску автомобілів на лінію	Кількість автомобілів на підприємстві	Чисельність працівників
	Від 100 до 600	
До 0.8	5	5

Визначимо розподіл персоналу по функціях управління експлуатаційної служби та занесемо в таблицю 2.13.

Таблиця 2.13 – Розподіл персоналу по функціях управління експлуатаційної служби

Найменування функцій управління експлуатаційної служби	Чисельність персоналу
Відділ експлуатації	1
Диспетчерська	2
Гаражна служба	2

Розподілимо чисельність персоналу виробничо-технічної служби та занесемо в таблицю 2.14.

Таблиця 2.14 – Чисельність персоналу виробничо-технічної служби

Численність виробничих робітників, чол	Чисельність персоналу виробничо-технічної служби у % від облікової кількості автомобілів в підприємстві	Чисельність персоналу
	до 100	
від 20 до 50	5	5

Визначимо розподіл персоналу по функціях управління виробничо-технічної служби та занесемо в таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 – Розподіл персоналу по функціях управління виробничо-технічної служби

Найменування функцій управління виробничо-експлуатаційної служби	Чисельність персоналу
Технічний відділ	1
Відділ технічного контролю	1
Відділ головного механіка	1
Відділ управління виробництвом	1
Виробнича служба	1

Визначаємо кількість водіїв:

$$R_{\text{я}} = \frac{T_{\text{н}}}{\Phi_{\text{м}}}, \quad (2.35)$$

$$R_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{н}}}{\Phi_{\text{р}}}, \quad (2.36)$$

де $T_{\text{н}}$ - річна витрата часу водіями в наряді, год. Річна витрата часу водіями в наряді визначається за формулою:

$$T_{\text{н}} = A_{\text{с}} \cdot D_{\text{роб}} \cdot n_0 \cdot t_0, \quad (2.37)$$

де $A_{\text{с}}$ - списочна кількість автомобілів
 n_0 - кількість змін, $n_0 = 1$;
 t_0 - тривалість робочої зміни, $t_0 = 10,5$ год.

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_H = 70 \cdot 365 \cdot 1 \cdot 10,5 = 268275$$

$$R_{я} = \frac{268275}{2070} = 129,6 \approx 130$$

$$R_{ш} = \frac{268275}{1820} = 147,4 \approx 147$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_H = 50 \cdot 365 \cdot 1 \cdot 10,5 = 191625$$

$$R_{я} = \frac{191625}{2070} = 92,5 \approx 93$$

$$R_{ш} = \frac{191625}{1820} = 105,2 \approx 105$$

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі було розраховано виробничу програму КП «Вінницька транспортна компанія», а саме: визначено програму і об'єм робіт по ТО і ПР РС; - визначено трудомісткість виконання робіт по ЩО, ТО і ПР за рік; - визначено добову програму по ЩО, ТО і ПР; проведено розподіл трудомісткості по видах робіт; проведено розрахунок кількості персоналу та водіїв.

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК НА АВТОБУСАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

3.1 Аналіз показників якості обслуговування пасажирів міського транспорту та особливостей формування рухомого складу з комбінованими енергоустановками

Одним із перших показники якості системи міського пасажирського транспорту розглядалися у 30-ті роки Зільберталем А.Х. Ним було виділено три групи факторів: затрати часу; зручність; безпека.

Витрати часу на подорож включають час пішохідних підходів, тривалість очікування транспорту, час поїздки, витрати часу на пересадку. Відповідно до ГОСТу Р51004-96 «Послуги транспортні. Пасажирські перевезення: номенклатура показників якості» елементи системи якості транспортного обслуговування представлені у такому вигляді:

1 економічність, тобто. рівень розвитку маршрутної мережі та величина пасажирського тарифу;

2 інформаційне обслуговування пасажирів, перевезення;

3 комфортність поїздки, що визначається рівнем наповнення салону автобуса;

4 швидкість доставки пасажирів;

5 доступність послуг, що визначається часом пішохідного підходу до зупинного пункту та обумовлюється раціональним розвитком маршрутної мережі.

В документі система якості транспортного обслуговування населення міським пасажирським транспортом визначається за допомогою наступних показників:

– доступність, тобто. забезпечення гарантованого одержання населенням транспортних послуг;

– надійність - забезпечення стабільності та передбачуваності отримання транспортних послуг;

– комфортність – зручність користування транспортними послугами, відсутність фізіологічного та психологічного дискомфорту для пасажирів.

Комфортність транспортного обслуговування – це складна категорія, що складається з наступних елементів:

- інформування пасажирів;
- рівень шуму та температурний режим у салоні транспортних засобів;
- дотримання норм місткості транспортних засобів;
- кількість пересадок під час виконання поїздки;
- екологічність транспортної системи.

Показники якості обслуговування пасажирів визначено у американському керівництві Highway Capacity Manual (HCM). Відповідно до цього документа система показників якості обслуговування пасажирів та ефективності роботи міського транспорту формується виходячи з:

- роботи зупинних пунктів громадського транспорту;
- характеристик роботи транспорту на перегонах;
- сукупності маршрутів пасажирського транспорту.

Багато дослідників до основних показників якості обслуговування населення міським масовим пасажирським транспортом відносять:

- інтервали (інтенсивність) руху рухомого складу за маршрутами;
- надійність виконання розкладу руху;
- дотримання місткості рухомого складу;
- використання місткості рухомого складу, що відповідає потужності пасажирських потоків.

Основними завданнями організації транспортного обслуговування, що забезпечують зазначені показники якості транспортної системи, вважають:

- розроблення оптимального розкладу руху рухомого складу пасажирського транспорту за маршрутом;
- організацію праці водіїв;
- вибір типу, класу та кількості рухомого складу для роботи на маршруті;
- аналіз, моделювання та вивчення пасажирських потоків.

Відповідно до Highway Capacity Manual (HCM) якість транспортного обслуговування оцінюється за допомогою наступних показників:

1. інтервал руху рухомого складу на маршруті.
2. пішохідна доступність пунктів зупинки.
3. наповнення транспортного засобу.
4. час роботи міського пасажирського транспорту загального користування.
5. облаштування пунктів зупинки.
6. надійність роботи міського пасажирського транспорту
7. співвідношення швидкості сполучення при користуванні міським транспортом загального користування та легковим автомобілем.
8. час подорожі.
9. безпека.

До основним показникам якості роботи міського пасажирського транспорту загального користування віднесено інтервал руху та наповнення рухомого складу.

За значенням наповнення сформовано шість меж рівнів обслуговування за умовами розміщення пасажирів у салоні рухомого складу міського пасажирського транспорту, до яких належать:

1. Рівень А – пасажирів можуть обирати місце в салоні автобуса та не сидіти поряд один з одним.
2. Рівень В – пасажирів можуть обирати місце у салоні.
3. Рівень С – усі пасажирів можуть сидіти.
4. Рівень D – зайняті місця для сидіння, є пасажирів, що стоять.
5. Рівень Е – максимальне завантаження салону.
6. Рівень F – переповнення рухомого складу.

Проблема забезпечення якості транспортного обслуговування розглядалася у роботах багатьох зарубіжних вчених. Запропоновані методи забезпечення якості транспортного обслуговування можна розділити на дві групи:

1. способи організації перевізного процесу, тобто. формування раціональних режимів руху автобусів на маршруті, визначення оптимальної кількості та типу рухомого складу тощо;

2. розвиток маршрутної мережі міського пасажирського транспорту

Прямий вплив на якість обслуговування пасажирів міським пасажирським транспортом загальний час пересування пасажирів. Скорочення часу пересування є одним із пріоритетних завдань підвищення якості обслуговування населення.

Структуру витрат часу на пересування пасажирів становлять:

- витрати часу пішохідних підходів;
- тривалість очікування поїздки;
- час подорожі.

Проведеними дослідженнями виявлено, що час пішохідних підходів залежить від розвитку інфраструктури маршрутної мережі міського пасажирського транспорту та виражається такими показниками: густиною транспортної мережі, довжиною перегонів на маршрутах, планувальних характеристик району.

Багато робіт присвячено дослідженню тривалості очікування транспорту. Дослідники сходяться на думці, що на тривалість очікування поїздки впливають фактори, що залежать від організації перевізного процесу, до яких відносяться підвищення регулярності, суміщення маршрутів і т.д.).

Поїздка є одним із найтриваліших елементів пересування пасажирів, який становить майже половину часу пересування та залежить від таких параметрів як швидкість сполучення на використовуваних видах транспорту та довжина маршруту.

Вивчаючи тривалість поїздок пасажирів, Chumcik A. та Braaksm J зазначили, що час поїздки безпосередньо впливає на якість обслуговування населення у поєднанні з фактором наповнення.

Регулярність руху, наповнення рухомого складу та пересадочність є важливими факторами, що впливають на комфорт пересування пасажирів. Фішельсон М.С. у своїй роботі зазначив, що показник регулярності визначається своєчасним виконанням розкладу руху транспортними засобами, залежить від організації перевізного процесу, рекомендує відносити його до комфорту пересування пасажирів.

Одним з основних факторів, що впливає на час пересування пасажирів, є пересадочність. Витрати часу на пересадки як правило залежать від рівня розвитку інфраструктури маршрутної мережі та визначаються плануванням пересадочних вузлів, розміщенням зупинкових пунктів та зручністю пересування між ними. Усі перелічені чинники впливають на пасажирів: залежно від погодних умов, мети пересування, статі та віку пасажирів.

Марченко О.О. звернув увагу на те, що у багатьох випадках пересадочність обумовлюється рівнем організації перевізного процесу, великими інтервалами руху, низькою регулярністю та переповненням рухомого складу.

Кількість пересадок залежить від рівня розвитку інфраструктури маршрутної мережі міста, що характеризуються такими показниками як дальність пересування, розгалуженість маршрутної мережі та її відповідність пасажирським потокам.

Наповнення оцінюється коефіцієнтом використання місткості (відношенням виконаної роботи до максимально допустимої при повному заповненні транспортних засобів), максимальне значення якого не може перевищувати нормативне обмеження кількості місць для сидіння та кількості пасажирів, що припадають на 1 м² площі салону транспортного засобу. При роботі рухомого складу на лінії наповнення транспортних засобів залежить від відповідності програми перевезень діючим пасажирським потокам і фактичному значенню регулярності руху автобусів.

Відповідно до робіт Гудкова В.А., Міротіна Л.Б., Вельможіна А.В., Ширяєва С.А. на програму пасажирських перевезень впливають такі фактори:

1. Транспортна рухливість та чисельність населення;
2. тип та кількість рухомого складу;
3. технічна, експлуатаційна та швидкість сполучення;
4. рівень організації транспортного процесу;
5. експлуатаційні витрати рухомого складу.

Розподіл пасажирського потоку між видами пасажирського транспорту і транспортними компаніями багато в чому залежить від вибору способу пересування населенням. Мун Е.Є. припустив, що з різноманітні чинників, визначальних рівень

обслуговування: комфортабельність, швидкість сполучення, ступінь обліку індивідуальних вимог, і, вид пасажирського транспорту, вибір виду пересування здійснюється пасажиром за критерієм - точною чи, зазвичай, приблизною вартісною оцінкою часу залежно від призначення конкретної подорожі.

При розробці заходів підвищення ефективності транспортного обслуговування пасажирів, важливою є інформація про транспортну рухливість населення, особливості її формування, про розмір та напрямки пасажиропотоків, їх зміни за годиною доби, днями тижня, періодами року тощо. Обсяг пересування багато в чому залежить від соціального складу населення. Зазвичай виділяють чотири соціальні групи:

1. робітники містоутворюючих підприємств. Містоутворюючі підприємства мають велику кількість робітників, розташовуються відокремлено і є кінцевими пунктами зупинки руху багатьох маршрутів міського пасажирського транспорту загального користування;

2. працівники обслуговуючих підприємств, житлово-комунальних, торгових підприємств, культурно-побутових центрів тощо. Маршрути руху пасажирського транспорту загального користування проходять поруч із обслуговуючими підприємствами;

3. учні ВНЗ, технікумів, середніх професійно-технічних училищ. Місця навчання представників цієї соціальної групи, як правило, віддалені від місця їхнього проживання. Сучасні великі ВНЗ з великою кількістю студентів та малою кількістю гуртожитків можуть розглядатися як містоутворюючі підприємства;

4. несаможиттєве населення: діти дошкільного та шкільного віку, пенсіонери, домогосподарки, інваліди тощо. Вважається, що несаможиттєве населення здійснює менше пересування та не створює навантажень на роботу громадського пасажирського транспорту. Багато населених пунктах більшість дошкільних і шкільних закладів розташовуються поруч із місцями проживання.

Існують певні фактори, що впливають на формування рухливості населення, що призводять до її зростання чи зниження. До таких чинників можна віднести територіальну віддаленість міських об'єктів, тривалість пересування, відстань між

пунктами зупинки, величину пасажирського тарифу, характеристики рухомого складу та ін.

Вибір виду пасажиром транспорту для пересування багато в чому залежить від характеристик цього транспорту, а саме комфортності поїздки, регулярності руху, частоти руху рухомого складу за маршрутом, швидкості сполучення, вартості проїзду і т.д.

Від типу та кількості рухомого складу працюючого на маршруті безпосередньо залежать витрати та доходи перевізників. Тому для роботи на маршруті необхідно вибирати рухомий склад, місткість якого відповідає потужності пасажиропотоку, а експлуатаційні витрати забезпечують рентабельну роботу транспортної компанії. Від місткості та кількості рухомого складу на маршруті залежать такі техніко-експлуатаційні показники, як наповнення рухомого складу, інтервал руху, час обороту, витрати на перевезення тощо.

Швидкість руху транспортного засобу маршрутом залежить від багатьох факторів: благоустрою вулиць, планування міста, технічних характеристик та ступеня завантаження рухомого складу, інтенсивності транспортного потоку та характеру його регулювання, числа зупинкових пунктів на маршруті та рівня їх оснащення, кваліфікації водія та ін. має різне значення залежно від часу доби та днів тижня безпосередньо впливає на собівартість перевезень і час поїздки пасажирів.

Рівень організації транспортного процесу характеризується раціональним розподілом рухомого складу за маршрутами та упорядкуванням оптимального розкладу руху рухомого складу. Організацію руху міського пасажирського транспорту можна здійснити лише за максимально повної координації роботи всіх видів транспорту та транспортних компаній. Рівень організації транспортного процесу характеризується такими чинниками як кількість рухомого складу на лінії, інтервали руху, наповнення, регулярність руху, рівень інформаційного оснащення, безпека руху і т.д.

Експлуатаційні витрати рухомого складу залежать від типу транспортних засобів, що застосовуються. Як відомо експлуатаційні витрати рухомого складу зростають пропорційно до збільшення його місткості. Таким чином, рухомий склад

за місткістю повинен максимально відповідати потужності та характеру пасажиропотоку. Загальна кількість та тип рухомого складу на кожному маршруті руху впливає на такі параметри як: інтервал руху, наповнення, безпека руху тощо.

Таким чином, якість транспортного обслуговування населення, це властивість транспортної системи, що оцінюється складним комплексом показників.

Підвищення якості транспортного обслуговування населення на даний час не можливо без використання сучасного економічного та екологічного рухомого складу. Тому для досягнення максимального задоволення потреб населення доцільно застосовувати різноманітних рухомий склад (в залежності від потреб), зокрема і автобуси із комбінованими енергетичними установками.

Для більш точного формування структури рухомого складу для КП «ВТК» потрібно детально проаналізувати фактори, що впливають на ефективність програми перевезень.

3.2 Аналіз факторів, що впливають на ефективність програми перевезень

Як згадувалося вище, до основних показників якості роботи міського пасажирського транспорту загального користування належать інтервал руху та наповнення рухомого складу. Ці взаємозалежні параметри повністю визначаються програмою перевезень пасажирів, тобто, структурою парку рухомого складу, розподілом транспортних одиниць між маршрутами та інтервалами руху маршрутами.

Аналіз досліджень показав, що автори робіт по-різному підходять до проблеми визначення оптимальної структури парку рухомого складу реалізації міських перевезень. Найбільш поширеними є методи, що дозволяють визначати необхідну кількість рухомого складу, виходячи з добового обсягу перевезень пасажирів, наприклад, використовуючи таку формулу:

$$A = \frac{Q_{\text{пасдоб}} \eta_{\Gamma} \eta_{\text{д}} t_{\text{р}}}{q \eta_{\text{зм}} T_{\text{м}}}, \quad (3.1)$$

де: A - потрібна кількість рухомого складу на лінії, од.;

$Q_{\text{пасдоб}}$ - добовий пасажиропотік, пас.;

$\eta_{\Gamma}, \eta_{\Delta}$ - коефіцієнти нерівномірності пасажиропотоку по годинам доби та ділянкам маршруту відповідно;

$\eta_{\text{зм}}$ - коефіцієнт змінності пасажирів на маршруті;

$t_{\text{р}}$ - час рейсу, годину.;

Q - місткість рухомого складу, пас.;

γ - коефіцієнт використання місткості;

$T_{\text{м}}$ - Час роботи на маршруті, година.

При цьому в цих роботах немає рекомендацій щодо значення коефіцієнта використання місткості рухомого складу.

В роботах Гудкова В.А., Голованенко С.Л., Вельможіна А.В. розрахована кількість рухомого складу лінії є показником рівня наданих пасажирських послуг.

Гудков В.А. пропонує використовувати наступну формулу для визначення необхідної кількості рухомого складу ($A_{\text{роз}}$):

$$A_{\text{роз}} = \frac{Q_{\text{роз}} t_o K_{\Gamma}}{q T \gamma_{\text{н}} \eta_{\text{н}}}, \quad (3.2)$$

де: $Q_{\text{роз}}$ - розрахунковий пасажиропотік пас/год.;

t_o - час обороту автобуса на маршруті, хв.;

K_{Γ} - коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху;

q - Місткість автобуса, пас.;

T - період часу надання інформації (1 год);

$\gamma_{\text{н}}$ - розрахункове значення коефіцієнта наповнення;

$\eta_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності за напрямком руху.

В рекомендаціях Голованенка С.Л., пропонується визначати необхідну кількість рухомого складу на маршруті (A_{α}) із співвідношення:

$$A_a = \frac{Q_p l_{cp} K_\Gamma K_H K_\gamma}{365 q_c \gamma_M \alpha_B V_e T_H \beta'} \quad (3.3)$$

де: Q_p - річний обсяг перевезень, пас;
 l_{cp} - середня дальність поїздки пасажира, км.;
 K_Γ, K_H - коефіцієнт нерівномірності перевезень відповідно по годинам доби та за напрямками маршрутів;
 q_c - середня місткість транспортного засобу, пас;
 γ_M - коефіцієнт місткості транспортного засобу;
 α_B - коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;
 V_e - експлуатаційна швидкість, км/год
 T_H - тривалість перебування транспортного засобу у вбранні, годин.;
 β' - коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;
 K_γ - коефіцієнт підвищення якості транспортного обслуговування внаслідок поліпшення техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів, що визначається за формулою:

$$K_\gamma = \sqrt[4]{\frac{\alpha_{BO} \beta_O T_{HO} R_{PO}}{\alpha_{BP} \beta_P T_{HP} R_{PP}}} \quad (3.4)$$

де: α_{BO} - обліковий коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;
 α_{BP} - планований коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію;
 β_O - обліковий коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;
 β_P - планований коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу;
 T_{HO} - облікова тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год;
 T_{HP} - планована тривалість перебування транспортного засобу в наряді, год;
 R_{PO} - облікова регулярність руху на маршрутній мережі;
 R_{PP} - запланована регулярність руху на маршрутній мережі.

Спірін І.В. пропонує визначати інтереси транспортних компаній враховуючи як дані про пасажирських потоках, а й економічні витрати транспортних компаній, і навіть вартість автобуса.

При формуванні показників пасажирських послуг у роботі Міротіна Л.Б., пропонується комплексний показник рівня пасажирського сервісу S , який може бути визначений за формулою:

$$S = S_1^{K_1} S_2^{K_2} S_3^{K_3} S_4^{K_4} S_5^{K_5} S_6^{K_6}, \quad (3.5)$$

де: S_1 - надійність переміщення точно за графіком (час поїздки);
 S_2 - доступність (частота руху громадського транспорту);
 S_3 - безпека (ймовірність безвідмовної роботи громадського транспорту);
 S_4 - комфортність (якість поїздки);
 S_5 - вартісний показник – величина транспортного тарифу;
 S_6 - показник інформаційного сервісу (рівень інформаційного забезпечення);
 $K_1 \dots K_6$ - показники ступеня, що характеризують вагомість відповідного показника рівня сервісу.

В умовах великих міст під час використання автобуса чи електротранспорту пріоритетним стає коефіцієнт наповнення салону.

Бойко Г.В. пропонує рівень транспортних послуг оцінювати з коефіцієнтом оптимізації структури транспорту ($K_{ост}$), значення якого визначається із застосуванням функції бажаності, що враховує такі параметри, як рівень транспортного обслуговування, екологічність перевезень та безпека дорожнього руху. Розраховувати коефіцієнт пропонується за формулою:

$$K_{ост} = \sqrt[3]{K_{рто} K_{ек} K_{бр}}, \quad (3.6)$$

де: $K_{рто}$ - коефіцієнт, що враховує рівень транспортного обслуговування пасажирів;

$K_{ек}$ - коефіцієнт, що враховує екологічність перевезень;

$K_{бр}$ - коефіцієнт, що враховує безпеку дорожнього руху.

За задумом автора, формула (3.6) допоможе раціонально підібрати структуру парку в будь-якій точці вулично-дорожньої мережі міста. Автором пропонується створити кілька варіантів структури парку, а коефіцієнт використовується як критерій оптимізації.

Спірін І.В. оцінює оптимальну структуру парку рухомого складу з урахуванням витрат часу на очікування автобуса пасажиром ($B_{пас}$):

$$B_{пас} = \sum_{j=1}^m \frac{T_{очj} S_j}{60} T_m B_{п-год}, \quad (3.7)$$

де: $T_{очj}$ - середній час очікування пасажиром автобуса на j -й зупинки, хв;

m – кількість зупинок на маршруті у прямому та зворотному напрямках;

S_j – інтенсивність надходження пасажирів на j -ному зупинковому пункту, пас./год;

T_m - тривалість роботи автобусів на маршруті, годин;

$B_{п-год}$ - вартість однієї пасажиро-години, грн.

Також є методи, в яких пропонується оцінювати структуру парку з точки екології та безпеки перевезень.

Таким чином, методи, що дозволяють визначити оптимальну кількість рухомого складу на маршруті, можна поділити на чотири групи:

1. методи, що враховують лише потужність пасажирських потоків;
2. методи, що враховують показники якості пересування пасажиром;
3. методи, що враховують вплив транспорту на довкілля;
4. методи дозволяють визначити оптимальну програму перевезень з погляду системи перевезень загалом.

Розглянуті підходи не враховують можливість застосування для надання транспортних послуг рухомого складу з різними типами енергетичних установок, що дозволило б в подальшому зменшити експлуатаційні витрати.

На даний час є велика кількість різних типів енергоустановок, які встановлюються на автобуси з різними експлуатаційними характеристиками. Тому доцільно сформувати рухомий склад з найбільшою ефективністю конкретно для КП «ВТК» м. Вінниці.

3.3 Вибір схеми комбінованого приводу

Енергетичні установки (ЕУ) гібридного транспортного засобу (ГТЗ) включають тяговий електричний двигун, тепловий двигун (як правило, ДВЗ), генератор для вироблення електричної енергії (Г) і накопичувачі енергії. В даний час найбільшого поширення серед накопичувачів енергії отримали конденсатори подвійного електричного шару (КПЕШ) і електрохімічні накопичувачі енергії (ЕХН). У загальному випадку ГТЗ може мати в своєму складі обидва типи НЕ.

За способом передачі енергії між елементами ЕУ для міського автобуса доцільно прийняти послідовну гібридну схему. Вона найбільш ефективна при роботі в режимі частих пусків, гальмувань і стоянок, русі в низькому діапазоні швидкостей, що відповідає переміщенню ТЗ в міському циклі і використовується в ряді конструкцій рухомого складу міського транспорту.

При послідовній гібридній схемі ДВЗ обертає генератор, вироблена ним електроенергія надходить в блоки накопичувачів енергії (НЕ), які в свою чергу живлять ЕД, що приводить в рух виконавчий механізм (ведучі колеса) через механічну передачу (МП). Недолік цієї схеми є деяке зниження ККД при передачі енергії від ДВЗ до колесам порівняно з паралельним або змішаним видами гібридів, однак він компенсується зручністю управління потоками енергії і простотою її повторного використання при частих гальмуваннях. Більш повне використання енергії електричного гальмування дозволяє подолати цей недолік і підвищує загальний ККД системи.

Задані динамічні характеристики транспортного засобу визначають показники потужності ТЗ з комбінованою енергоустановкою. Таким чином, розрахунок динамічних показників руху ТЗ і необхідної потужності ДВЗ і ТЕД є важливим практичним питанням. Для можливості застосування результатів розрахунку до різних ТЗ далі використовуються питомі величини, наведені до маси ГТЗ. Потужність генератора може бути визначена виходячи з середнього споживання енергії тяговим приводом. У режимі пікових навантажень (пуск і гальмування) основна частина підводиться до ЕД потужності віддається або приймається буферним накопичувальним блоком, тому він повинен розраховуватися з урахуванням максимальних швидкостей і прискорень пуску і електричного гальмування, визначальних граничні навантаження. Таким чином, буферний накопичувач енергії (БНЕ) повинен мати високі показники потужності, і в його конструкції раціонально застосовувати КПЕШ. ЕХН більш ефективний в режимах рівномірного енергоспоживання, застосування ж його при створенні гібридних приводів послідовної схеми недоцільно.



Рисунок 3.1 - Узагальнений варіант послідовної гібридної схеми

Тоді спрощена схема розподілу потоків енергії приймає вигляд, показаний на рисунку 3.1. Відмова від застосування ЕХН є допустимим за умови, якщо потужність генератора дозволяє підтримувати рух зі сталою максимально допустимою швидкістю і забезпечує роботу ЕУ в циклі розгону і гальмування без зменшення середнього запасу енергії конденсаторного НЕ.

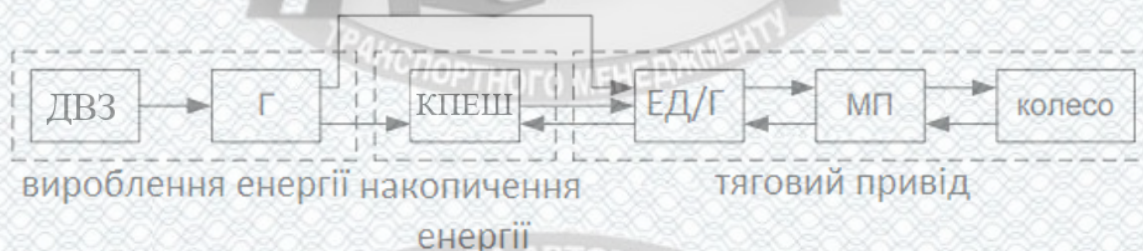


Рисунок 3.2 - Схема розподілу потоків потужності у послідовній енергетичній установці гібридного ТЗ

З урахуванням прийнятих припущень енергетична установка, що живить тяговий привід, може бути розділена на два основних функціональних блоку:

- первинне джерело електричної енергії (ДВЗ + Г);
- буферно-накопичувальний блок (КПЕШ).

Визначення параметрів енергетичної установки для обраної схеми гібридного транспортного засобу означає узгодження потужності ДВЗ і електричного двигуна тягового приводу, а також вибір необхідних потужностей і енергоємності конденсаторного накопичувача.

При виборі автобусів з комбінованими енергоустановками, які було б економічно доцільно використовувати в умовах руху пасажирського міського транспорту в м. Вінниця необхідно знати динамічні характеристики ТЗ при заданих властивостях приводу. Для цього необхідно багаторазове повторення тягових розрахунків при різних значеннях потужності тягового електродвигуна (ТЕД) і первинного джерела енергії.

Крім того, суттєвим є питання про втрати енергії для ТЗ послідовної схеми. Важливо переконатися, що в їх енергоустановці можливо досягти досить високого загального ККД.

Ці завдання вирішуються моделюванням тягового електроприводу. У процесі перетворення вироблюваної первинним генератором енергії можна виділити наступні види втрат, що враховуються в моделі:

- втрати енергії на внутрішній опір конденсаторного накопичувача, що відбуваються як при його заряді, так і при його розряді;
- втрати енергії в тяговому перетворювачі і ТЕД;
- втрати енергії на подолання опору руху ТЗ, пов'язані з тертям в механічній передачі, осях, колесах, а також з аеродинамічним опором кузова.

Величина втрат залежить від швидкості руху транспортного засобу, рівня напруги буферного накопичувача, споживаної або вироблюваної електроприводом потужності. Для заданих умов аналітично може бути обчислена миттєва потужність втрат, визначення ж загальної величини корисної і витраченої енергії вимагає застосування методів чисельного інтегрування.

Для обчислення енергетичних показників заданого режиму руху створена модель тягового електроприводу в середовищі Simulink. Загальний вигляд моделі показаний на рисунках 3.3 і 3.4.

Модель дозволяє визначити струми заряду і розряду конденсаторного буферного накопичувача і врахувати втрати енергії на його внутрішньому опорі. Для цього джерело представлено схемою заміщення, що складається з послідовно з'єднаних резистора і конденсатора, до якого паралельно підключені генератор і тяговий перетворювач. Генератор моделюється як джерело напруги, також володіє власним внутрішнім опором. У моделі передбачен зворотний зв'язок, що задає напругу джерела таким чином, щоб віддавана їм потужність, залишалася постійною. При перезаряді накопичувача передбачено відключення джерела.

Схема заміщення тягового перетворювача, застосована в моделі, являє собою джерело струму. Струм джерела вибирається таким чином, щоб споживана або віддається їм потужність дорівнювала потужності, споживаної або віддаємої тяговим приводом з урахуванням постійного коефіцієнта корисної дії, що враховує електричні втрати в перетворювачі і тяговому двигуні. Механічна потужність двигуна визначається підсистемою, що виконує тяговий розрахунок для заданої тривалості перебування ТЗ в кожному з режимів.

Тягова та Гальмівна характеристики транспортного засобу з імпульсним регулюванням тягового двигуна спрощено представлені та складаються з двох частин: при малих швидкостях руху реалізується режим сталості прискорення, при високих швидкостях - сталості потужності приводу. В моделі вибирається той режим, в якому реалізована приводом сила тяги буде мінімальна.

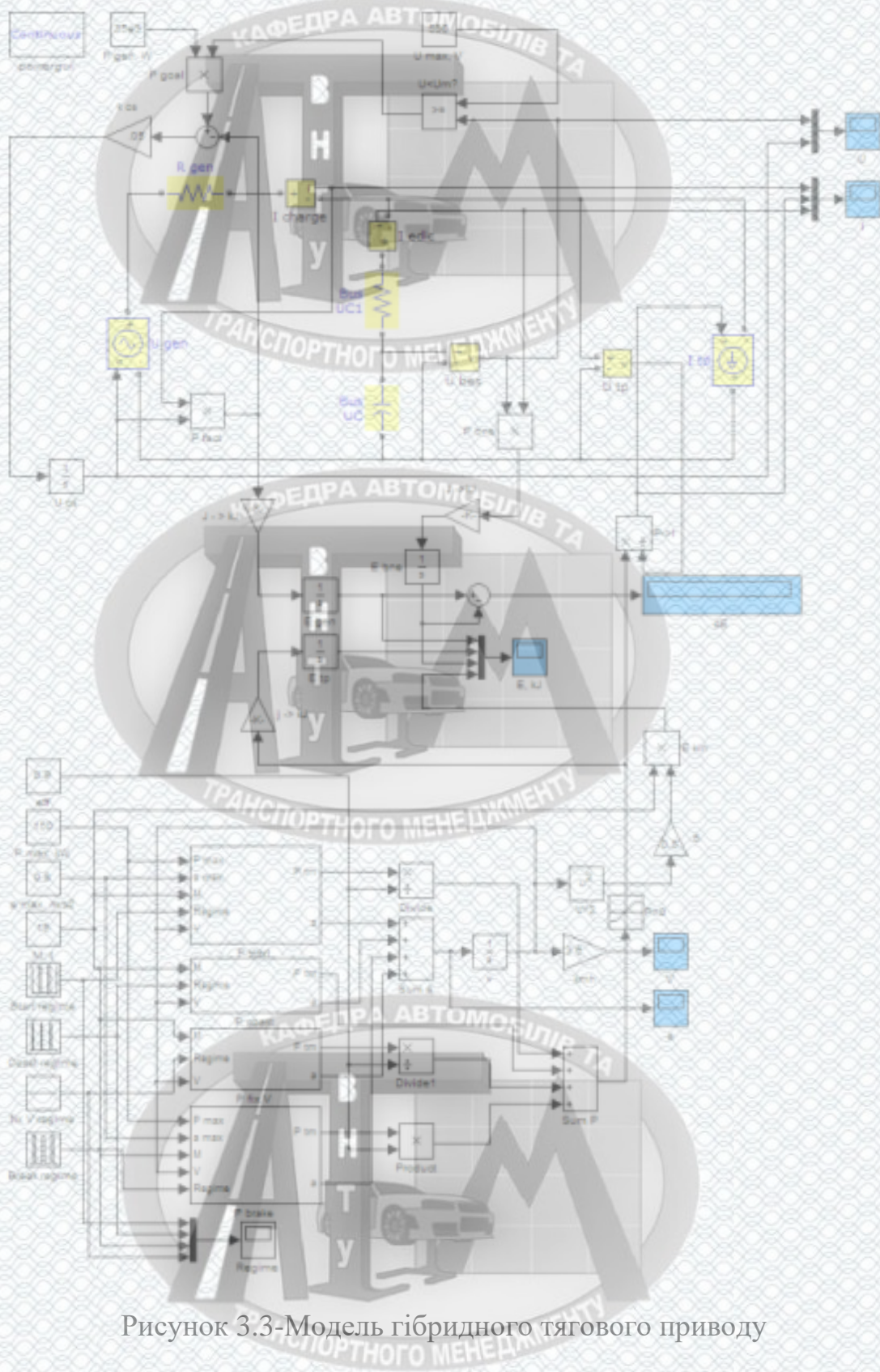


Рисунок 3.3-Модель гібридного тягового приводу

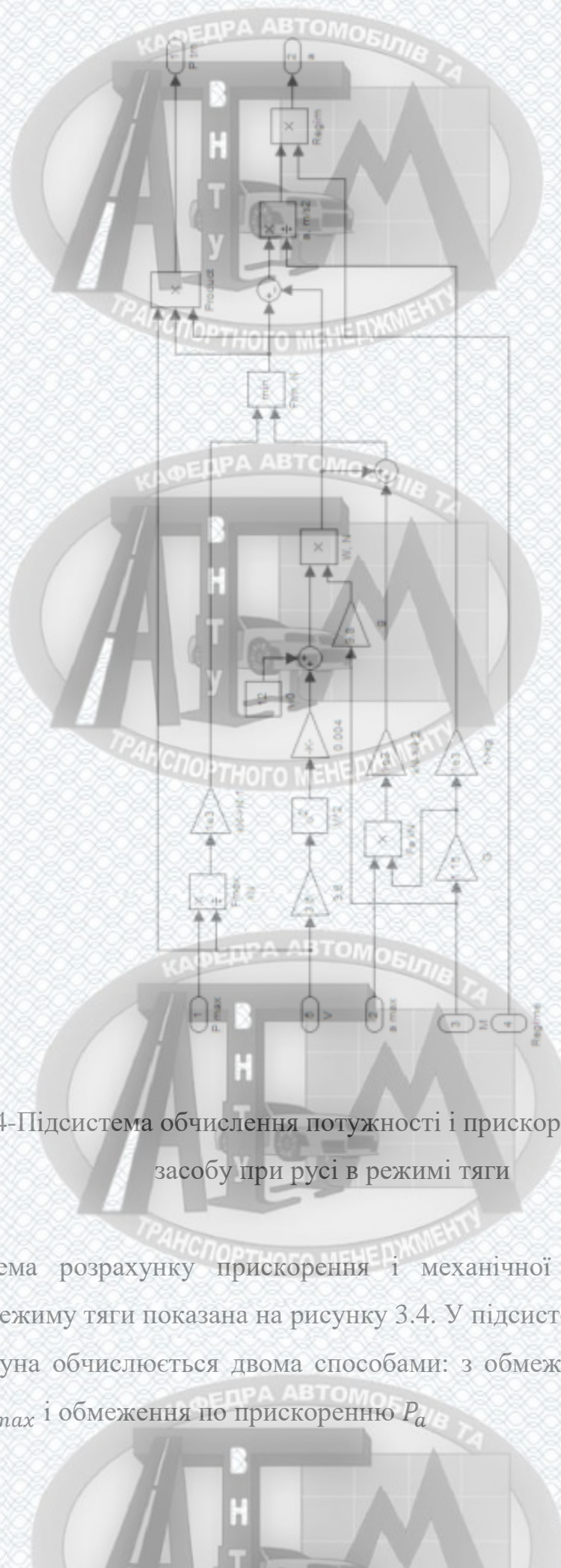


Рисунок 3.4-Підсистема обчислення потужності і прискорення транспортного засобу при русі в режимі тяги

Підсистема розрахунку прискорення і механічної потужності тягового приводу для режиму тяги показана на рисунку 3.4. У підсистемі потужність на валу тягового двигуна обчислюється двома способами: з обмеження по максимальній потужності P_{max} і обмеження по прискоренню P_a

$$P_a = ((1 + \gamma)ma + w(V)mg)V, kVt \quad (3.8)$$

де γ -коефіцієнт інерції обертових частин,

m - Повна маса ТЗ,

a - обмеження по максимальному прискоренню ТЗ,

w - питомий опір руху ТЗ,

V - швидкість руху ТЗ,

g - прискорення вільного падіння.

З двох величин потужності вибирається найменша, тому що задовольняє обом обмеженням. Також обчислюється прискорення ТЗ, що необхідно для отримання залежності $V(t)$:

$$a = \frac{\min(P_a, P_{max})}{(1+\gamma)mV} - \frac{w(V)g}{1+\gamma}, m/c^2 \quad (3.9)$$

Цикл руху ТЗ визначається часом знаходження його в режимах тяги, підтримки сталості швидкості руху, вибігу або гальмування.

Для ТЗ повною масою 15 т з двигуном потужністю 150 kVt були досліджені цикли руху по перегону, що складається з розгону до 55 км / год , вибігу і гальмування, а також з розгону до 20 км/год і наступного безпосереднього за ним гальмування. Перший варіант характерний для руху ТЗ у вільних умовах, другий - при маневруванні в заторі. Обмеження по прискоренню і уповільненню вибиралися $1,2$ і $0,8\text{ м/с}^2$ для кожного з випадків, оскільки на практиці розгін ТЗ часто здійснюється зі зменшеним прискоренням. Моделювання виконано для повної ємності накопичувача енергії $3,6$ і $10,8\text{ МДж}$ (20 і 60 Ф при номінальній напрузі 600 в). Оскільки мінімальна напруга накопичувача обмежена, корисна його енергоємність нижче повної приблизно на 25% . Внутрішній опір модулів прийнято $0,039\text{ Ом}$ і $0,013\text{ Ом}$ відповідно, що відповідає характеристикам вироблених в даний час конденсаторів (див.додаток 1). Прийнято, що накопичувач енергії зроблений з елементів ємністю 3 кФ , номінальною напругою $2,7\text{ В}$ і внутрішнім опором 300

мкОм. У цьому випадку для досягнення ємності 60 Ф при номінальній напрузі 600 В необхідно мати 5 паралельних віток по 222 елемента в кожній.

Попередньо оцінити ККД накопичувача енергії можна по його струму і внутрішньому опорі як відношення потужності втрат до віддаємої (прийнятої) потужності на клеммах конденсатора:

$$\eta = \frac{IR_{\text{вн}}}{zU} \quad (3.10)$$

де I -струм блоку конденсаторів,

z - кількість паралельних віток в блоці,

$R_{\text{вн}}$ -внутрішній опір елемента,

U -напруга елемента.

Так, для описаного вище накопичувача ККД буде знаходитися в межах 0,83-0,97 в залежності від типу елементів і їх напруги.

На рисунках 3.5, 3.6 показані криві руху ТЗ і приклад залежностей енергії, спожитої і поверненої тяговим приводом, від часу. Для кожного з випадків визначена величина енергії, спожитої з накопичувача і поверненої тяговим приводом в накопичувач, їх відношення, а також середня потужність циклу з урахуванням надходження енергії від генератора. Результат узагальнені в таблиці 3.1.

Запропонована модель не враховує зниження прискорення і необхідність заміщення рекуперативного гальмування реостатним при малих швидкостях. У той же час, ці недоліки слабо впливають на загальне споживання енергії. Так, кінетична енергія ТЗ при швидкості 5 км/год становить

$$E = \frac{(1+\gamma)m\left(\frac{v}{3.6}\right)^2}{2} = 16,6 \text{ кДж}, \quad (3.11)$$

що значно менше енергії, що повертається в області високих швидкостей.



Рисунок 3.5-залежність швидкості руху ТЗ від часу



1-енергія, прийнята від НЕ, 2-різниця енергій ПДЕ і НЕ, 3-енергія, прийнята від ПЕ,
4-енергія, що перейшла в кінетичну енергію транспортного засобу

Рисунок 3.6 -залежності енергії, спожитої та поверненої тяговим приводом, від часу:

Таблиця 3.1-результати моделювання споживання енергії.

Максимальна швидкість за цикл, км / год	$a, м/с^2$	Смність НЕ, Ф	Витрата енергії без рекуперації, кДж	Витрата енергії з рекуперацією, кДж	Тривалість циклу, с	Середня потужність циклу, кВт	Рекуперована енергія
60	1,2	60	2887	1582	43	67,1	0,45
60	1,2	20	2952	1685	43	68,7	0,43
60	0,8	60	3200	1888	53	60,4	0,41
60	0,8	20	3275	2002	53	61,8	0,39
20	1,2	60	378	134	10	37,8	0,65
20	1,2	20	380	138	10	38,0	0,64
20	0,8	60	394	166	15	26,3	0,58
20	0,8	20	395	169	15	26,3	0,57

3.3.1 Визначення потужності тягового двигуна

При виборі енергетичних установок необхідно вирішити питання вибору їх основних параметрів. До них відносяться потужність тягового електродвигуна, вид і потужність первинного джерела енергії, потужність і енергоємність накопичувача. Перераховані величини визначають як масогабаритні, так і економічні характеристики створюваної енергоустановки.

Тяговий електричний двигун повинен забезпечувати необхідну динаміку транспортного засобу. Його потужність повинна бути достатньою для подолання сил опору руху і забезпечення заданих прискорень. Таким чином, визначення потужності вимагає завдання залежності швидкості або прискорення ТЗ від часу при розгоні. При рівних часах розгону залежність прискорення від часу може бути різною. Для досягнення мінімальної потужності, а, отже, ваги і вартості тягового двигуна бажана реалізація повної потужності протягом усього періоду розгону. У цьому випадку прискорення автомобіля було б майже (без урахування опору руху)

обернено пропорційно його швидкості. Але вимоги забезпечення комфорту пасажирів і надійності роботи тягової передачі накладають обмеження як по максимально допустимій величині прискорення, так і по швидкості наростання прискорення 3 м/с^3 при початковому прискоренні $0,5 \text{ м/с}^2$.

За умовами комфорту стоячих пасажирів обмежується величина пускового прискорення $a_{\text{п}} = 1,5 \text{ м/с}^2$, а швидкість наростання прискорення приймається рівною $1,5 \text{ м/с}^3$ [99]. При проектуванні ТЗ з імпульсним регулюванням доцільно по можливості підвищити пускову швидкість, скоротивши тим самим час розгону, що вимагає підвищення потужності тягових двигунів в порівнянні з застосовуваними на тролейбусах з реостатним регулюванням. Наприклад, питома потужність тролейбуса ЗіУ-682Г з тяговим двигуном ДК-213 при повному завантаженні становить $6,4 \text{ кВт/т}$. при пусковому прискоренні $1,3 \text{ м/с}^2$ він має $V_{\text{п}} = 20 \text{ км/год}$.

При заданих обмеженнях розгін ТЗ в загальному випадку буде складатися з трьох етапів: збільшення прискорення до максимального, розгін з постійним прискоренням до так званої пускової швидкості $V_{\text{п}}$ і розгін з постійною (максимальною) потужністю.

Чисельним розрахунком знайдено мінімально необхідні для забезпечення заданого часу розгону питомі (виражені в кВт/т) потужності двигунів. Результати розрахунку показані в таблиці 3.2, а відповідні їм режими руху - на рисунках 3.7, 3.8.

Таблиця 3.2 - Зв'язок потужності тягового електродвигуна і динамічних характеристик гібридного автобуса при $a_{\text{п}} = 1,5 \text{ м/с}^2$

$P, \text{ кВт/т}$	6	8	10	12	14	16	18	20
$t \text{ розгону, с}$	49,1	30,9	23,4	19,3	16,75	15,1	13,95	13,15
$V_{\text{п}}, \text{ км/ч}$	11,7	15,8	19,6	23,4	27,1	30,9	34,4	37,9

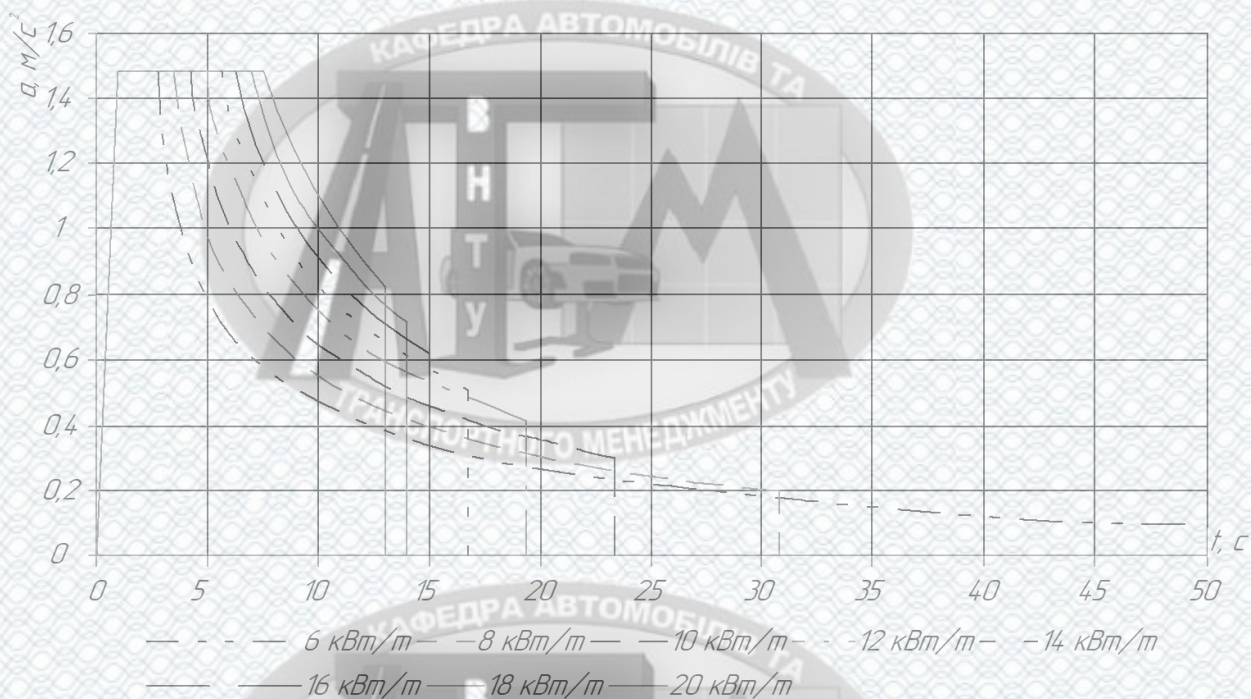


Рисунок 3.7-залежність прискорення гібридного автобуса від часу при різних заданих динамічних властивостях

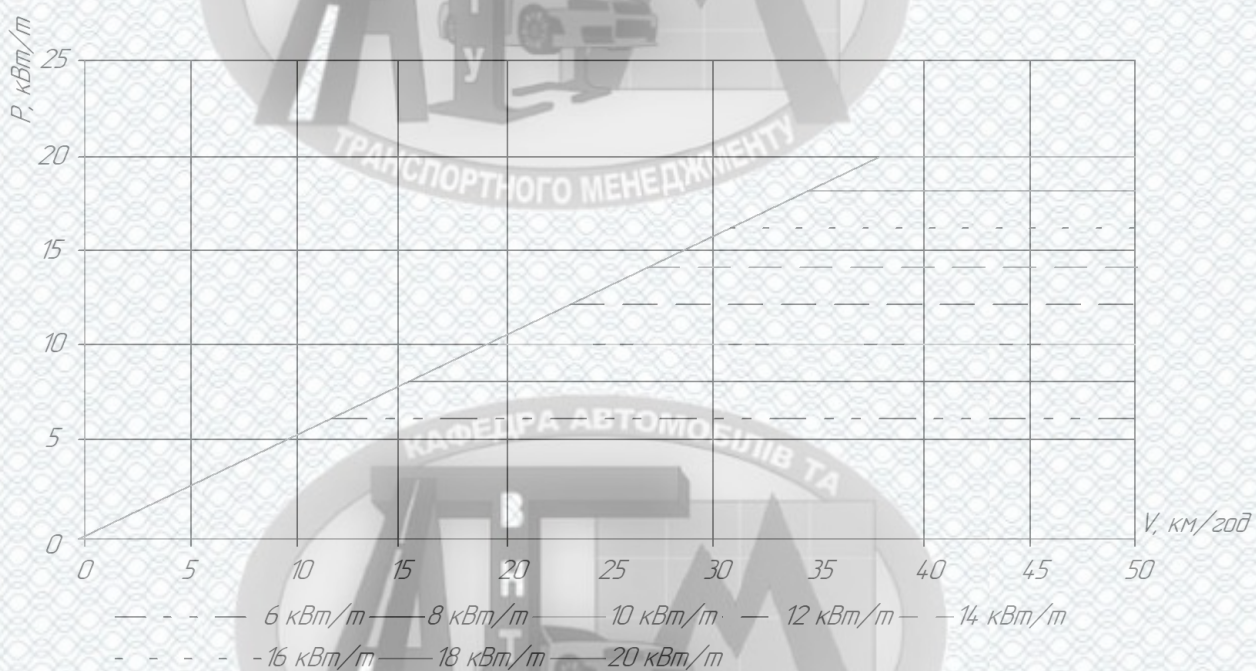


Рисунок 3.8-реалізація потужності тягового електродвигуна гібридного автобуса при різних динамічних характеристиках

У момент завершення процесу пуску швидкість $V_{п}$, прискорення $a_{п}$ і потужність тягового двигуна $P_{ТЕД}$ пов'язані між собою співвідношенням.

$$P_{\text{ТЕД}} = (qw(V_n) + 1000\gamma a_{\text{п}}) \frac{V_n}{3600}, \text{ кВт/м}, \quad (3.12)$$

де $w(V)$ - питомий опір руху ТЗ при швидкості $V, \text{ Н/кН}$;
 γ - коефіцієнт інерції обертових частин тягового приводу.

3.3.2 Визначення потужності первинного джерела енергії і енергоємності буферного накопичувача

Основне призначення агрегату ДВЗ-Г в складі комбінованої енергетичної установки ГТЗ-покриття всіх енергетичних витрат, що включають власні потреби і енергію на рух транспортного засобу. Потужність власних потреб ГТЗ більш ніж на 80% визначається витратами енергії на підтримку мікроклімату ТЗ. Для автобусів і тролейбусів великої місткості загальна потужність власних потреб ($P_{\text{СН}}$) може перевищувати 30 кВт . При цьому додатковою перевагою застосування гібридної схеми перед чисто електричними видами транспорту в умовах холодної кліматичної зони є можливість використання вироблюваного ДВЗ тепла для обігріву салону.

Потужність, що виробляється ДВЗ для забезпечення переміщення транспортного засобу, необхідна для покриття витрат на подолання опору руху транспортного засобу та для відшкодування втрат у буферному накопичувачі, що забезпечує зміни кінетичної енергії ТЗ. Для вибору потужності ДВЗ необхідно розглянути випадки, в яких максимізується кожна зі складових:

- підтримка руху з максимальною можливою при поточному ухилі швидкістю;
- рух в циклі розгону-гальмування без зменшення енергії конденсаторного НЕ, при якому енергія, що віддається їм за цикл, є максимальною.

У першому випадку запас енергії у НЕ залишається постійним. Необхідна потужність ДВЗ в цьому режимі визначається добутком сили опору руху і швидкості руху ТЗ:

$$P_1 = qw(V_{\text{п}}) \frac{V_{\text{п}}}{3600}, \text{ кВт/м} \quad (3.13)$$

Так як питомий опір руху $w(V)$ пропорційно квадрату швидкості, то залежність необхідної питомої потужності ДВЗ від швидкості описується кубічним рівнянням.

У другому випадку потрібно порівняння можливих циклів руху ТЗ для визначення найбільш важкого режиму роботи. При порівнянні прийнято, що службове гальмування є електричним і забезпечує повернення енергії в буферний накопичувач. При цьому різниця енергії, що віддається накопичувачем при розгоні і одержуваної при гальмуванні за час пуску-гальмування повинна бути покрита двигуном внутрішнього згорання, інакше створюється небезпека зниження запасу енергії БНЕ нижче гранично допустимого і ТЗ втрачає можливість забезпечити задані динамічні характеристики при наступному пуску. Середня потужність за цикл розгону-гальмування Р2 може бути знайдена тільки шляхом тягового розрахунку.

Тривалість циклу розгону-гальмування і необхідна для його здійснення потужність двигуна при заданій максимальній швидкості будуть залежати від динамічних характеристик ТЗ. Потужність же, обчислена за першої умові, визначається тільки його максимальною швидкістю. Очевидно, що потужність ДВЗ слідє вибрати по найбільшому з двох прийнятих обмеження. Як правило, потужність визначається другою умовою, лише при високій максимальній швидкості і слабкій динаміці ТЗ перше обмеження пред'являє більш жорсткі вимоги. У будь-якому випадку потужність ДВЗ буде вище, ніж середня потужність, що витрачається на рух ТЗ. Деякий запас потужності необхідний для компенсації енергії, що втрачається в разі переповнення КПЕШ або витрачається при повторних розгонах в області високих швидкостей.

Буферний накопичувач енергії повинен бути здатний як віддавати енергію в тяговий привід, так і приймати її від тягового приводу і від ДВЗ. Таким чином, його максимальна потужність визначається сумарною потужністю тягового електроприводу і ДВЗ гібрида в разі, коли при гальмуванні його заряд проводиться обома джерелами одночасно. Як правило, Накопичувачі на основі сучасних КПЕШ мають великий запас по струму і потужності, і вибір параметрів буферного накопичувача практично зводиться до знаходження його енергоемності.

Враховуючи коефіцієнти корисної дії всіх елементів системи, повна необхідна потужність ДВЗ гібридного автобуса $P_{ДВЗ}$ складе

$$P_{ДВЗ} = \frac{1}{\eta_{Г}\eta_{НЕ}} \left(P_{СН} + m_{ТЗ} \frac{(\max(P'_1, P'_2))}{\eta_{ЕД}\eta_{МП}} \right) \quad (3.14)$$

де $m_{ТЗ}$ - маса ТЗ, m ;

P'_1, P'_2 - питома потужність, що витрачається на рух ТЗ, отримана з першого і другого обмежень, $kВт/m$;

$\eta_{Г}, \eta_{НЕ}, \eta_{ЕД}, \eta_{МП}$ - ККД генератора, накопичувача енергії, тягового двигуна, механічної передачі відповідно.

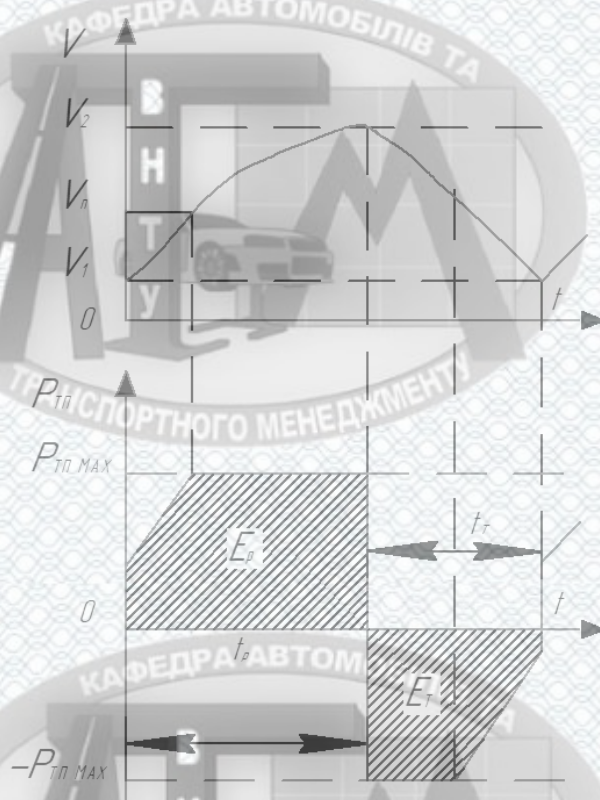


Рисунок 3.9 – Діаграма залежності швидкості транспортного засобу і потужності тягового приводу від часу для циклу розгону-гальмування

Для визначення необхідного запасу потужності первинного джерела енергії необхідно знати, при яких значеннях V_1 і V_2 потужність циклу буде максимальна. Отримання аналітичного виразу для $P_{ц}$ (V_1, V_2) для довільних значень V_1 і V_2 утруднено. Чисельне моделювання руху ТЗ з використанням методів тягово-енергетичних розрахунків показує, що $P_{ц}$ зростає з ростом як V_1 , так і V_2 . Потужність

циклу досягає максимальних значень в разі, коли швидкості V_1 і V_2 наближаються до максимальної швидкості руху ТЗ. В цьому випадку споживана потужність вище потужності, необхідної для підтримки постійної швидкості, так як розгін з підтриманням заданих динамічних характеристик вимагає додаткову потужність на реалізацію прискорення, після чого в ході гальмування повне повернення кінетичної енергії виявляється неможливим. В реальності режим руху, близький до циклу максимальної потужності, може спостерігатися, наприклад, при виконанні обгону.

Вважаючи, що швидкість ТЗ V лежить в області руху з постійною потужністю приводу $P_{\text{ТП}}$, можна обчислити граничну величину $P_{\text{Ц}}$ при малій зміні швидкості за цикл dV і відповідних йому малих змінах часу dt_p і dt_T :

$$P_{\text{Ц}} = \frac{E_p - E_T}{t_p + t_T} = \frac{P_{\text{ТП}} dt_p - \eta_T P_{\text{ТП}} dt_T}{\eta_p (dt_p + dt_T)} \quad (3.15)$$

Так як абсолютна величина зміни швидкості при розгоні і гальмуванні dV однакова, то час dt_T може бути виражено через dt_p :

$$dt_T = \frac{a_p}{a_T} dt_p \frac{\frac{1}{\gamma m} \left(\frac{P_{\text{ТП}}}{V} - W(V) \right)}{\frac{1}{\gamma m} \left(\frac{P_{\text{ТП}}}{V} + W(V) \right)} dt_p = \frac{\frac{P_{\text{ТП}}}{V} - W(V)}{\frac{P_{\text{ТП}}}{V} + W(V)} dt_p, \quad (3.16)$$

де $W(V)$ - сила опору руху ТЗ при швидкості V ,

a_p і a_T - прискорення розгону і гальмування, пропорційні величині діючої на ТЗ сили,

m - маса ТЗ,

γ - коефіцієнт інерції обертових частин мс.

Остаточний вираз для $P_{\text{Ц}}$ при $V_1 = V_2 = V$ отримано підстановкою (3.15) в (3.16) і спрощенням отриманого виразу:

$$P_{\text{Ц}} = \frac{V}{2\eta_p} \left(\frac{P_{\text{ТП}}}{V} (1 - \eta_T) + W(V)(1 + \eta_T) \right). \quad (3.17)$$

Хоча отриманий вираз не містить масу ТЗ в явному вигляді, маса ТЗ впливає на величину потужності $P_{\text{ТП}}$ і сили опору руху $W(V)$. При максимальній можливій швидкості руху ТЗ вся потужність приводу витрачається на подолання опору руху:

$$\frac{P_{\text{ТП}}}{V} = W(V). \quad (3.18)$$

Підставляючи (3.18) в (3.17), можна переконатися, що в цьому випадку потужність циклу стає дорівнює потужності приводу з урахуванням втрат на передачу енергії:

$$P_{\text{ц}} = \frac{P_{\text{тп}}}{\eta_p}. \quad (3.19)$$

Можна також переконатися, що при $\eta_T = 1$, $P_{\text{ц}} = P_{\text{тп}}$, тобто в разі ідеального накопичувача кінетична енергія ТЗ без втрат переходить в запас енергії БНЕ і назад, а потужність первинного джерела енергії витрачається тільки на подолання опору руху.

Потужність, необхідна для підтримки постійної швидкості руху, визначається опором руху і може бути знайдена з (3.19). На рисунку 3.11 Показані залежності потужності циклу $P_{\text{ц}}$ і потужності, необхідної для підтримки постійної швидкості руху $P_{V=\text{const}}$, від швидкості. Потужність на графіку представлена в питомій формі (kWt/m). Щоб більш наочно показати різницю потужностей, розрахунок виконаний для ТЗ з тяговим приводом питомою потужністю $50 kWt/m$ і пусковим прискоренням 4 м/с^2 при середньому значенні ККД $\eta_p = \eta_t = 0,75$.

Присутність первинного джерела енергії потужністю не менше $P_{\text{ц}}$ є достатньою умовою, що забезпечує підтримання запасу енергії БНЕ не нижче мінімально допустимого. Але така вимога є надмірною, так як цикл руху з максимальним споживанням потужності, як правило, не реалізується протягом тривалого часу. Короткочасні піки споживання потужності можуть бути також забезпечені додатковим запасом енергії БНЕ.

Так як цикли руху ТЗ невідомі заздалегідь, для визначення потужності первинного джерела і корисної енергоємності БНЕ необхідно розглядати споживання енергії як випадковий процес. При цьому споживана(віддається) тяговим приводом миттєва потужність $P_{\text{тп}}(t)$ є випадковою величиною, математичне очікування якої відповідає середній потужності, споживаної транспортним засобом на рух.

3.4 Залежність енергоємності буферного накопичувача від потужності первинного джерела енергії

Отже, вибір основних параметрів комбінованої енергетичної установки автобуса-потужності його первинного джерела енергії (ПДЕ) і енергоємності буферного накопичувача енергії (БНЕ) – не може бути виконаний виходячи виключно з допустимих швидкості і прискорення ТЗ. Залежність необхідної енергоємності БНЕ від потужності ПДЕ може бути отримана виходячи з кривих руху ТЗ наступним чином.

В якості вихідних даних для розрахунку береться очікувана залежність швидкості руху ТЗ від часу $V(t)$ за досить тривалий час, наприклад, рейс за маршрутом. При чисельному розрахунку залежність задається набором миттєвих значень, виміряних через досить малі інтервали часу Δt . При розрахунку прийнято, що час міжрейсового відстою маршрутних ТЗ, що становить 3-5 хвилин, є достатнім для заряду БНЕ, і на початку кожного рейсу накопичувач заряджений до необхідного значення.

При малих потужностях генератора (менше 20-25 kW) реалізується схема заряджається («plug-in») гібрида, що вимагає додаткового заряду накопичувача під час стоянки.

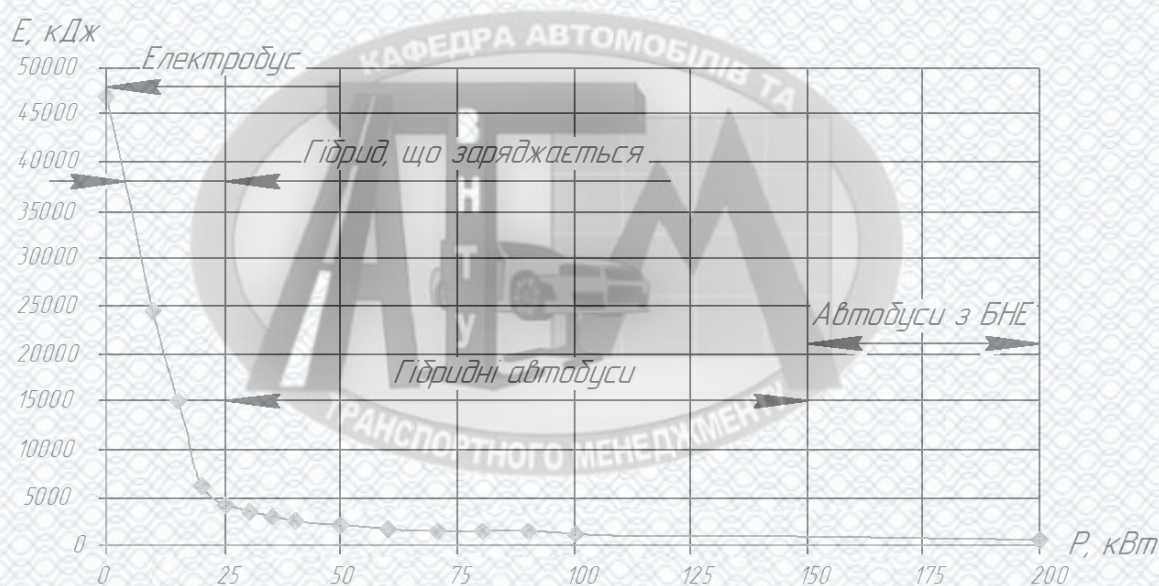


Рисунок 3.10- Приклад залежності необхідної для забезпечення заданого режиму руху енергоємності БНЕ від потужності ПДЕ

Тут спостерігається лінійна залежність енергоємності від потужності, оскільки при великій ємності накопичувача генератор поповнює його заряд безперервно і вироблена ним енергія пропорційна його потужності.

У запропонованій моделі при потужності ПДЕ, більшої потужності тягового електродвигуна, БДЕ дозволяє забезпечити сталість потужності, що виробляється генератором протягом циклу. В цьому випадку енергоємність накопичувача не обмежує динамічні характеристики транспортного засобу. На діаграмі така схема скорочено названа «автобус з БНЕ».

3.5 Застосування стандартних циклів для дослідження паливної економічності транспортних засобів

У сучасних роботах відсутній консенсус в питанні вибору циклу руху для визначення енергоємності накопичувача ГТЗ. Наприклад, порівнюються стандартні цикли UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule), HWFET (Highway Fuel Economy Test Cycle) і NEDC (New European Driving Cycle), а також експериментальні записи для різних характерних поїздок. Авторами запропоновано порівнювати записи з розподілу середньої питомої потужності циклів розгону-гальмування. Але таке порівняння не цілком точно, оскільки при визначенні енергоємності накопичувача особливо важливо кількість наступних один за одним поспіль циклів з високою середньою потужністю. При цьому саме такі ситуації призводять до найбільшої витрати енергії БНЕ.

Згадується також цикл FTP - 75 (Federal Test Procedure). Ці та подібні цикли використовуються в різних країнах (США, країнах Європейського Союзу, Японії) для визначення паливної економічності автомобілів. У Україні для вимірювання паливної економічності міських автобусів використовувався цикл, визначений ГОСТ 20306-9, побудова якого пов'язана з конструктивними особливостями випробуваного автобуса (наприклад, відсутні жорсткі вимоги щодо прискорення, введено вимогу використовувати гальмування двигуном), що принципово не дозволяє отримати універсальну залежність швидкості руху ТЗ від часу. Приклади

різних циклів руху, використовуваних для вимірювання витрати палива, представлені на рисунках 3.11 – 3.15.

Для верифікації розрахунку енергетичної установки використовуються теоретичні записи швидкості руху автобуса за один рейс. Порівнюються цикли, прийняті для визначення витрати палива автобусів в різних містах (Нью-Йорк, Нюрнберг, Тегеран). Схожий підхід застосований у роботі Antti Lajunen.– Transportation Research: авторами розглянуто шість циклів, прийнятих в різних містах США і ЄС. Для імітації тривалого рейсу цикли багаторазово повторюються. В результаті ділянки, що вимагають різного споживання енергії, виявляються рівномірно розподіленими по протяжності рейсу, що може не виконуватися на практиці. У роботі Kermani S. Predictive energy management for hybrid vehicle авторами запропоновано власний цикл, складений з чергуються циклів для різних режимів руху ТЗ.

Як видно з наведеного огляду, в даний час відсутній єдиний підхід до вибору циклу руху ТЗ для дослідження його енергоспоживання. Існує ряд циклів, використовуваних для дослідження паливної економічності транспортних засобів, однак вони не можуть бути безпосередньо використані для визначення характеристик гібридної енергоустановки, якщо суттєвою є не тільки частота повторення циклів розгону-гальмування до заданої швидкості, але і тривалість повторення схожих циклів.

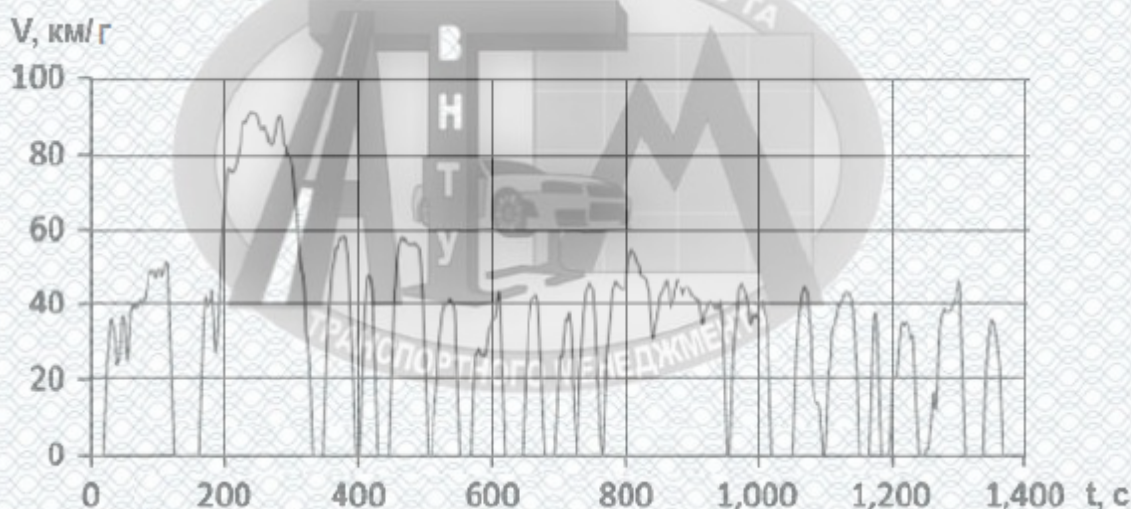


Рисунок 3.11-Цикл UDDS

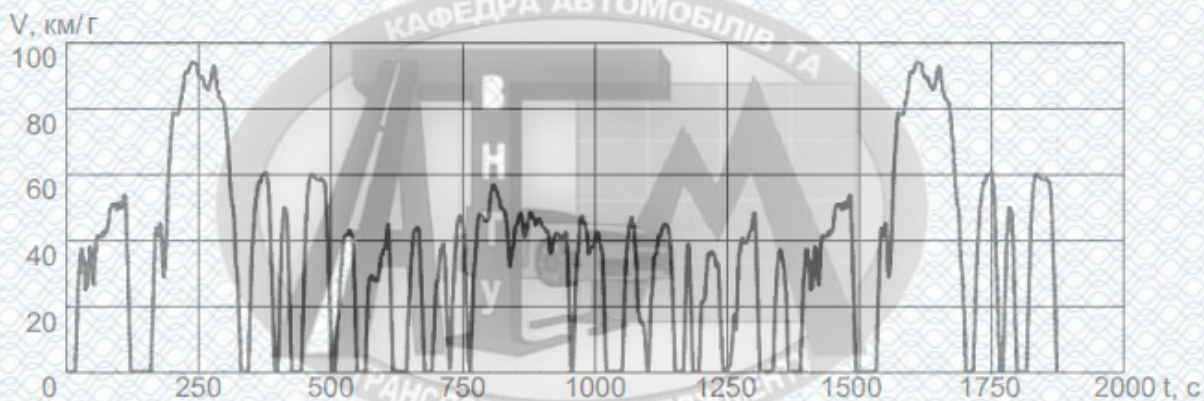


Рисунок 3.12-Цикл FTP

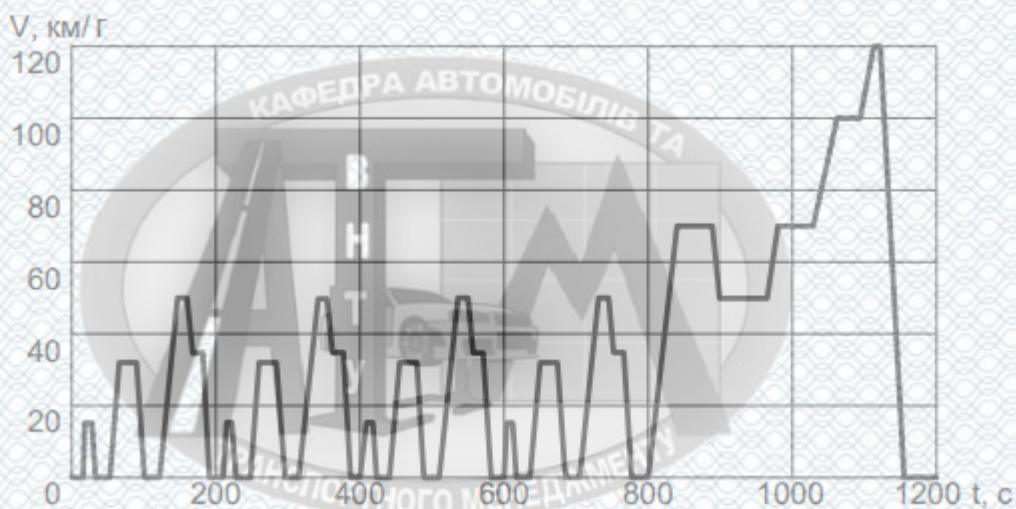


Рисунок 3.13-Цикл NEDC

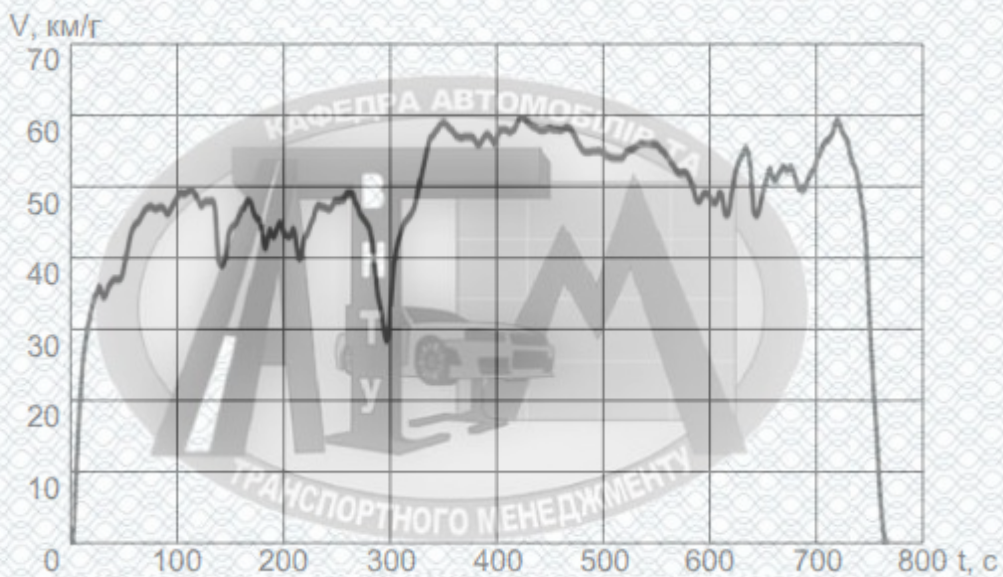


Рисунок 3.14-Цикл HWFET

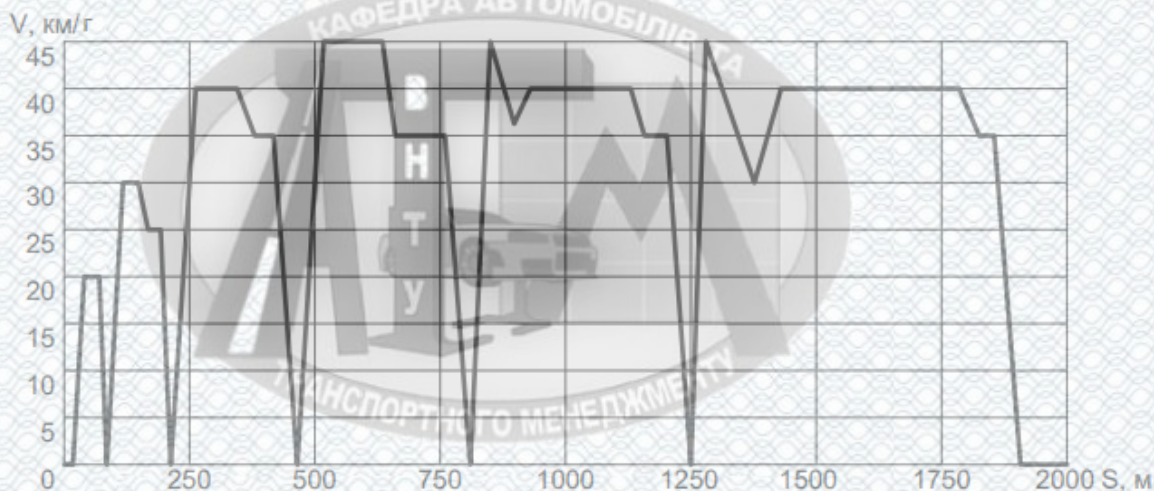


Рисунок 3.15-Цикл для вимірювання витрати палива міських автобусів згідно ГОСТ 20306-90

На підставі декількох прийнятих за кордоном стандартних циклів отримані залежності енергоємності накопичувача енергії від потужності первинного джерела. Результат розрахунку показаний на рисунку 3.16.

Таке теоретичне дослідження дозволить обґрунтовано вибрати раціональний тип енергоустановки, експлуатація якої є доцільною в умовах КП «ВТК».

Отже, складність вибору необхідного розрахункового циклу призводить до необхідності дослідження записів $V(t)$, отриманих для реального ТЗ в експлуатаційних умовах.

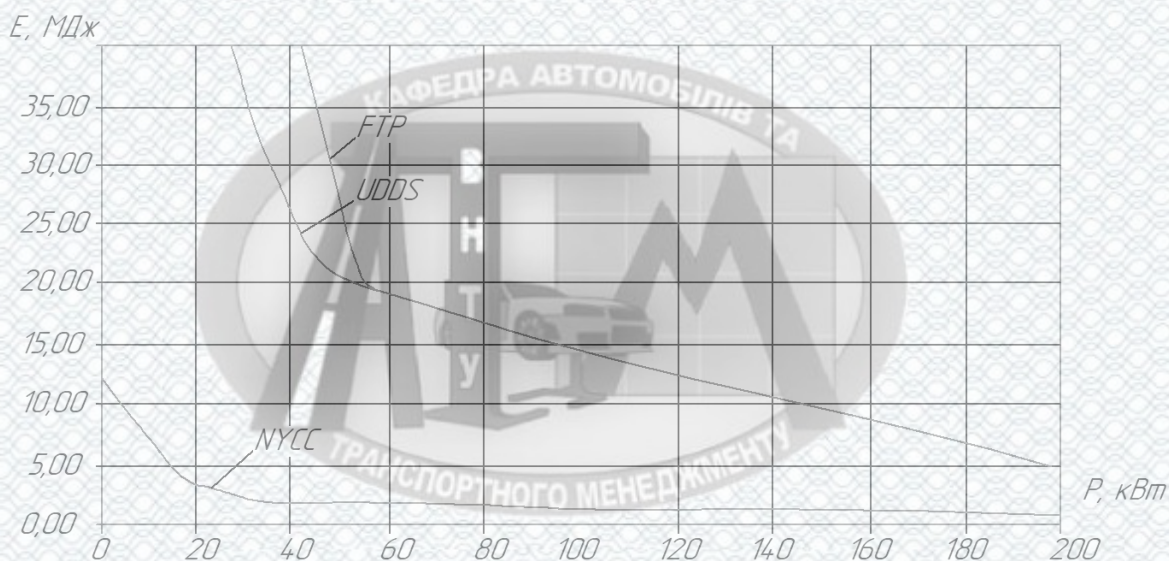


Рисунок 3.16 -Приклад залежності енергоємності БНЕ від потужності ПДЕ необхідної для забезпечення заданого режиму руху

3.6 Теоретичне дослідження впливу енергоефективності буферного накопичувача від потужності первинного джерела енергії

Вибір основних параметрів енергетичної установки гібридного транспортного засобу – потужності його первинного джерела енергії та енергоемності буферного накопичувача енергії – вимагає врахування особливостей циклів його руху з використанням методики, докладно розглянутої в пункті 3.5. Для вирішення цього завдання як вихідні дані були використані отримані в ході експерименту запису швидкості руху тролейбуса від часу. При подальшому розрахунку прийнято, що гібридний автобус, працюючи тим самим маршрутом, рухався б в аналогічному циклі. Таке припущення можна прийняти, оскільки аналіз записів показав, що водії зазвичай не повністю використовують динамічні можливості тягового приводу. Це означає, що записані цикли руху визначаються не конструктивними особливостями транспортних засобів, а дорожньою обстановкою,

На підставі проведених теоретичних дослідів залежності швидкості руху від часу $V(t)$ виконано оцінку запасу енергії БНЕ транспортного засобу, що рухається в аналогічному режимі, протягом рейсу за вибраним маршрутом. У розрахунку прийнято, що час міжрейсового простою маршрутних ТЗ, що становить 3-5 хвилин, є достатнім для заряду БНЕ, і на початку кожного рейсу накопичувач заряджений до необхідного значення.

Під час аналізу записів окремі залежності отримано для кожного з рейсів. Отримані значення залежать від умов руху у конкретному рейсі та мають випадковий характер. На рисунку 3.17 показані межі зміни необхідної енергоемності накопичувача за різної потужності первинного джерела енергії.

Для кожного із значень потужності генератора отримано розподіл енергоемності БНЕ та підібрано показники функції розподілу.

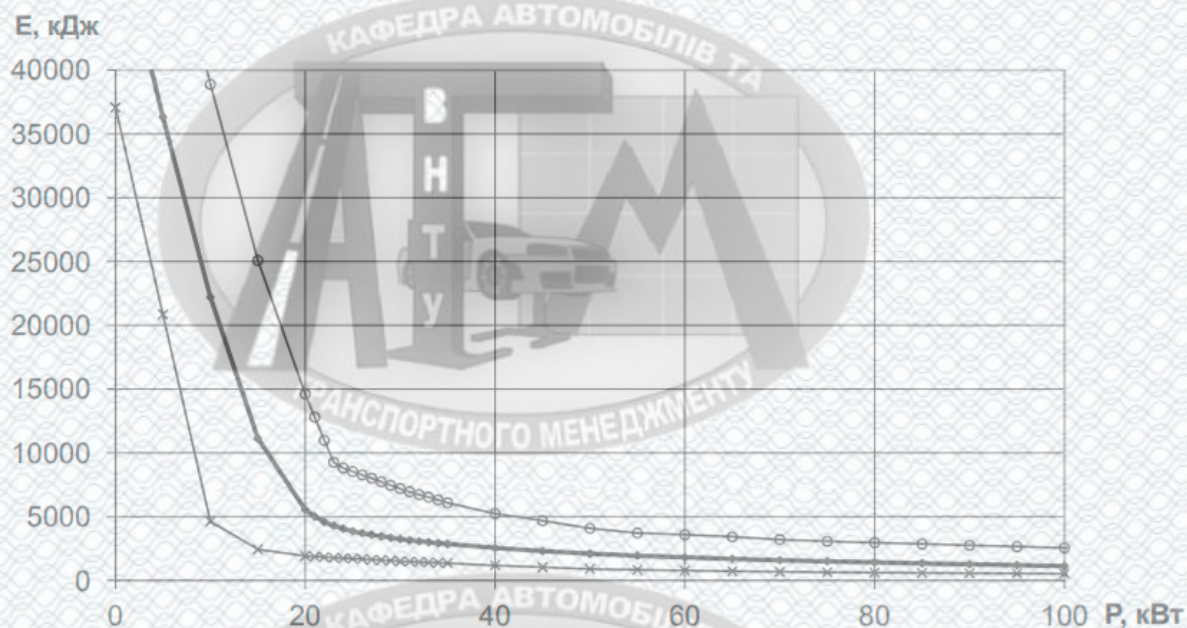


Рисунок 3.17 – Межі зміни необхідної енергоємності БНЕ при різній потужності первинного джерела енергії

Оскільки нормальний закон є окремим випадком гамма-розподілу при великих значеннях параметра форми, то для будь-якої потужності первинного джерела енергії можуть бути визначені параметри закону розподілу необхідної енергоємності БНЕ за рейсами

Для порівняння результатів, отриманих на підставі теоретичного аналізу та вивчення наукових робіт на спорідненні теми, а також з метою виявлення залежності необхідної енергоємності буферного накопичувача від особливостей циклу руху, побудовані залежності енергоємності БНЕ від потужності ПДЕ для випадку руху ТЗ по розрахунковому циклу, що складається з тяги, вибігу та гальмування. При теоретичному дослідженні було прийнято припущення, що рух здійснюється по перегону стандартною довжиною 350 м, з вимогою забезпечити середню швидкість руху 17 км/год та час стоянки 30 с.

Для отримання серій вихідних залежностей швидкості руху ТЗ іноді варіювалися швидкість, прискорення і довжина перегону. Приклад циклу, отриманого внаслідок тягового розрахунку, наведено на рисунку 3.19

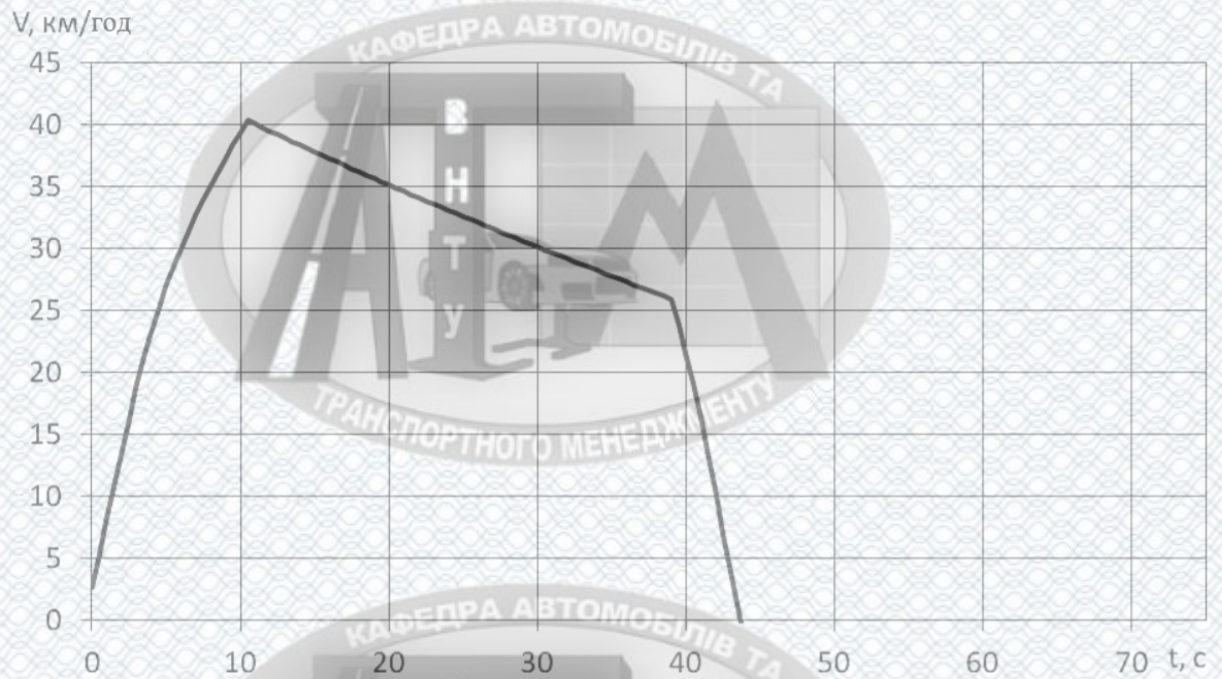


Рисунок 3.18 - Залежність швидкості руху ТЗ від часу при русі по розрахунковому циклу

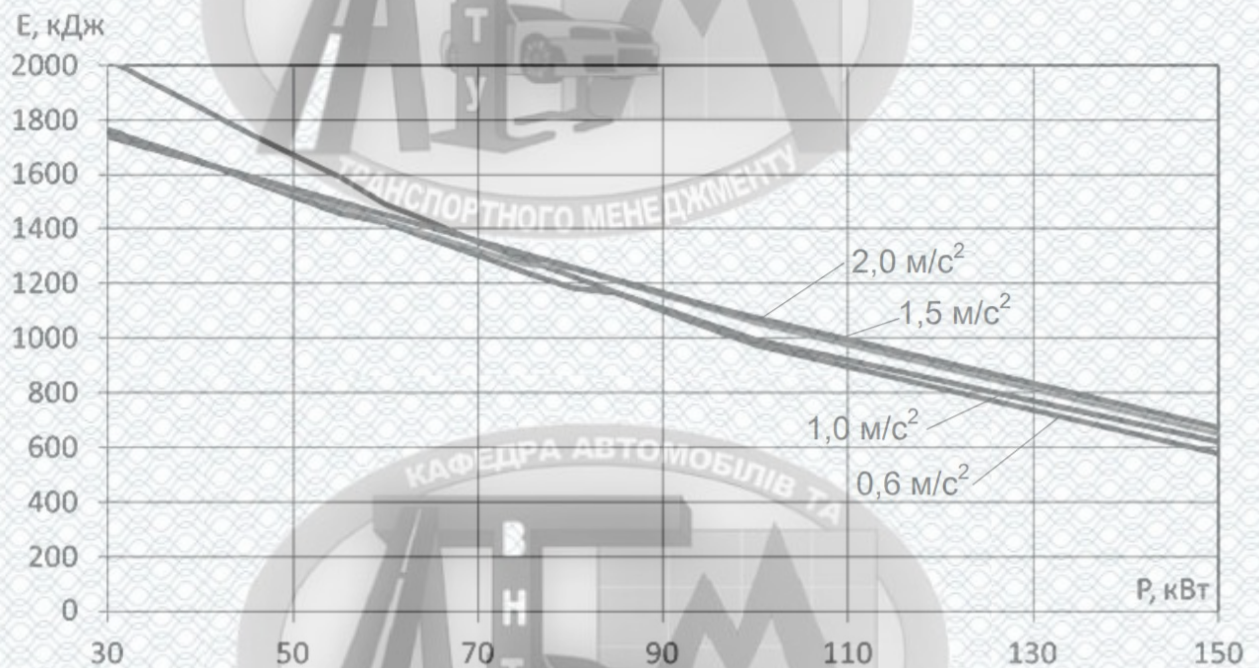
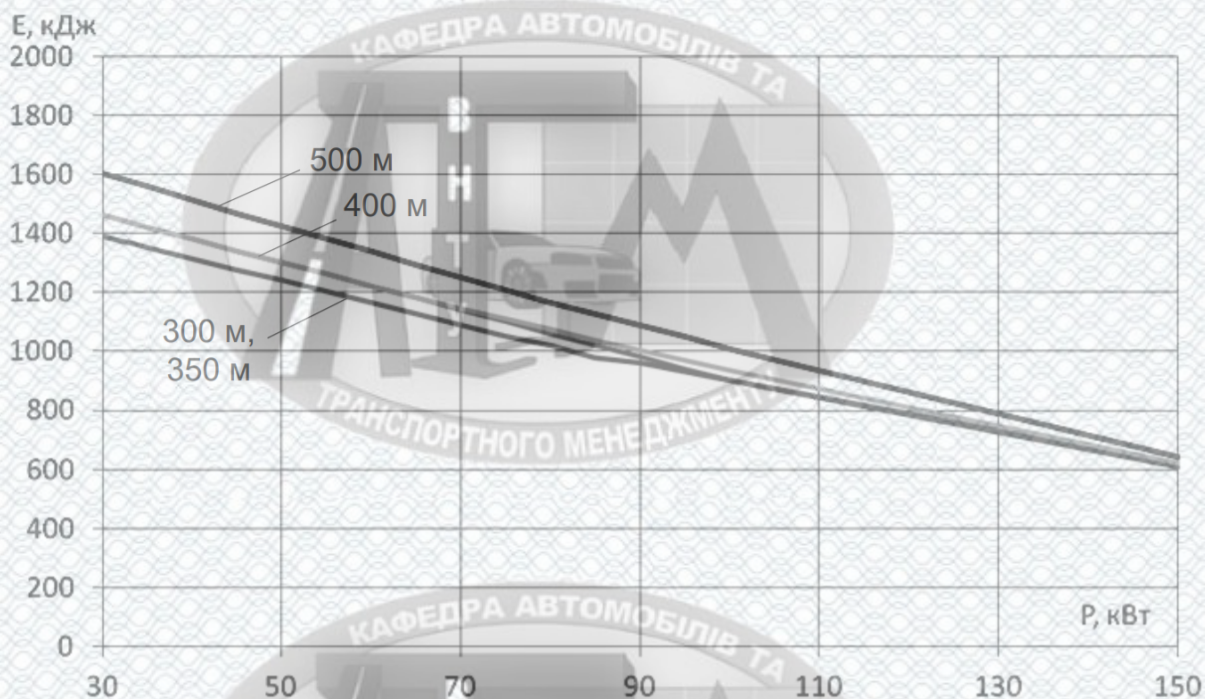


Рисунок 3.19 Вплив прискорення ТЗ у режимі тяги



3.20 Вплив довжини перегону на енергоємність буферного накопичувача

На рисунках 3.19 – 3.20 показано зміну залежності $E_{\text{БНЕ}}(P_{\text{ПДЕ}})$ залежно від різних факторів.

З отриманих результатів можна дійти висновку, що основним визначальним чинником параметрів комбінованої енергетичної установки, є швидкість сполучення під час руху транспортного засобу по маршруту. Результати теоретичного дослідження також показали, що при чергуванні протягом рейсу ТЗ перегонів з різною середньою швидкістю параметри накопичувача необхідно вибирати для циклу руху по перегону, в якому досягається максимальна швидкість сполучення.

При умові підвищення якості обслуговування пасажирів в м. Вінниця, доцільно буде використовувати буферний накопичувач середньої ємності. Оскільки довжина перегонів та час стоянки для заряджання БНЕ великого об'єму не достатній, а БНЕ малого об'єму не вистачить для подолання перегону. Оптимальний вибір ємності для буферного накопичувача енергії дозволить забезпечити покращення якості обслуговування, а також техніко-експлуатаційних показників рухомого складу КП «ВТК».

3.7 Визначення мінімально необхідної потужності первинного джерела енергії для силових енергоустановок міських автобусів

Представлені результати дозволяють зробити вибір необхідної енергоємності накопичувача, задавшись потужністю первинного джерела енергії. При цьому потужність не може бути меншою за деяке найменше значення, що відокремлює «підзаряджаючі» (plug-in) гібридні ТЗ від звичайних, що отримують енергію тільки від бортового джерела. Досить точно ця межа може бути визначена з графіка енергії, що виробляється генератором протягом рейсу (рисунок 3.21). Як випливає з графіка, починаючи з деякої потужності джерела P_{\min} енергія, що виробляється ним, залишається практично постійною. Незначні її коливання пояснюються зміною кількості енергії рекуперативного гальмування, яку здатний прийняти накопичувач, через відмінності темпу його заряду від генератора.

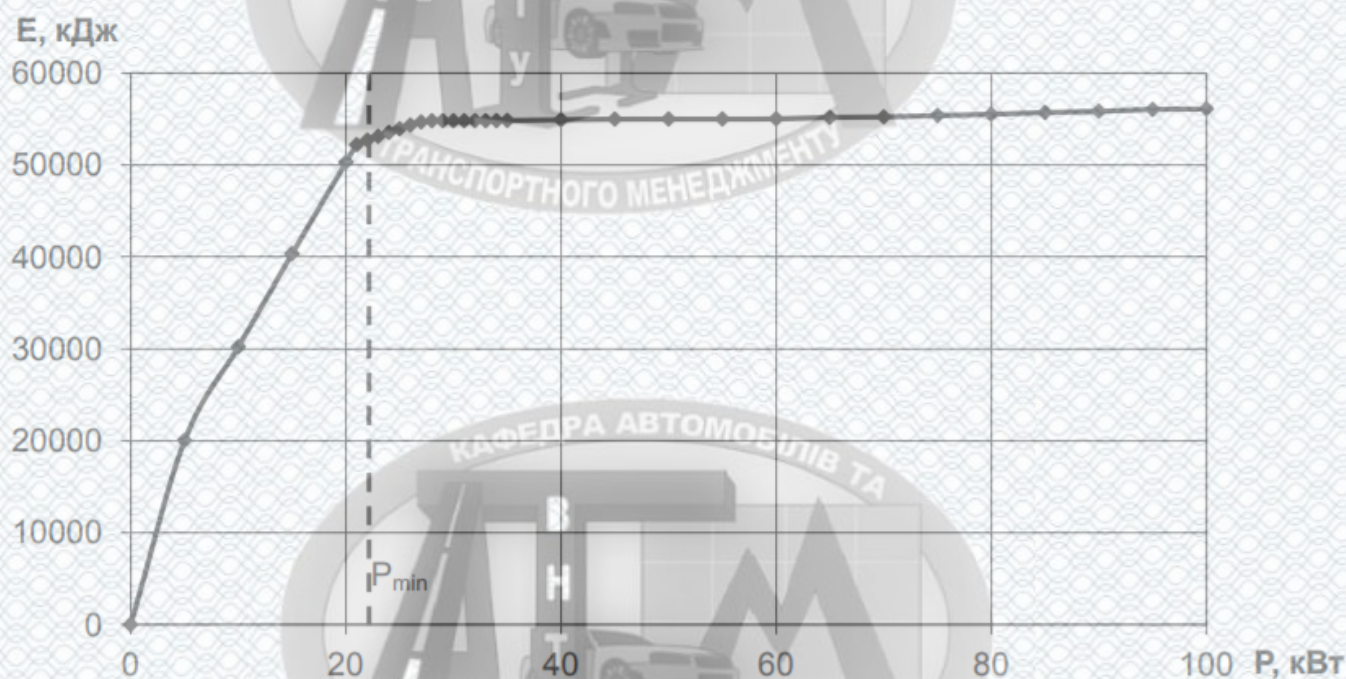


Рисунок 3.21 - Залежність енергії, що виробляється генератором за рейс, від потужності генератора

Діленням величини виробленої генератором енергії на тривалість рейсу можна отримати середню потужність, що виробляється генератором за рейс.

Якщо встановлена потужність генератора дорівнює середньої, йому необхідно бути увімкненим протягом усього рейсу. Якщо ж потужність генератора вище за

середню, то стає необхідним періодично його відключати при підвищенні заряду БНЕ до заданого рівня або обмежувати режим його роботи.

Незважаючи на рівну протяжність рейсів, середня потужність за різних умов руху виявляється різною, тобто залежить від циклу руху, що спостерігається в конкретних умовах. Гістограма розподілу рейсів за середньою потужністю показана малюнку 3.22. Наближено вважатимуться, що потужність підпорядковується нормальному закону розподілу із середнім значенням 20,9 кВт та середньоквадратичним відхиленням 4,9 кВт. Оскільки тривалість рейсу багаторазово перевищує тривалість процесу заряду накопичувача, то внаслідок буферизації енергії стандартне відхилення середньої потужності рейсу на порядок нижче відхилення значень миттєвої потужності.

Отже, на потужність первинного джерела енергії гібридного автобуса необхідно накласти таку умову: у заданій частці рейсів середня споживана потужність не повинна бути нижчою за потужність джерела енергії.

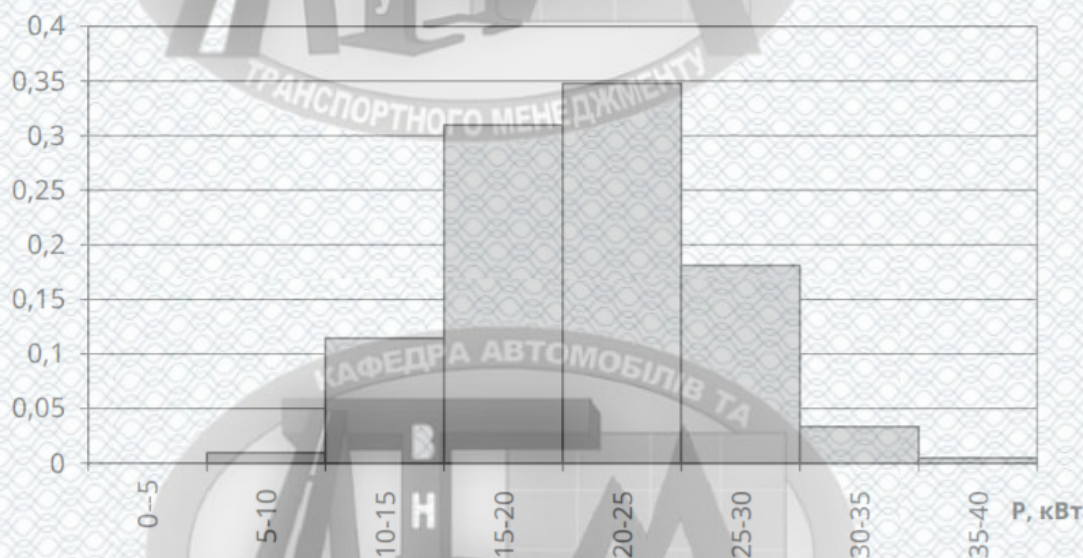


Рисунок 3.22 – Розподіл рейсів за середньою потужністю генератора

Середня потужність, що споживається гібридним автобусом за рейс, приблизно може вважатися лінійною функцією швидкості сполучення (середньої швидкості виконання рейсу без урахування стоянки на кінцевих зупинках).

Розподіл рейсів за швидкістю сполучення також приблизно може бути описаний нормальним законом. Його гістограма показано рисунку 3.23. Середнє за

теоретичними дослідженими рейсами значення швидкості сполучення становить 14,8км/год, А її середньоквадратичне відхилення - 2,8 км/год.

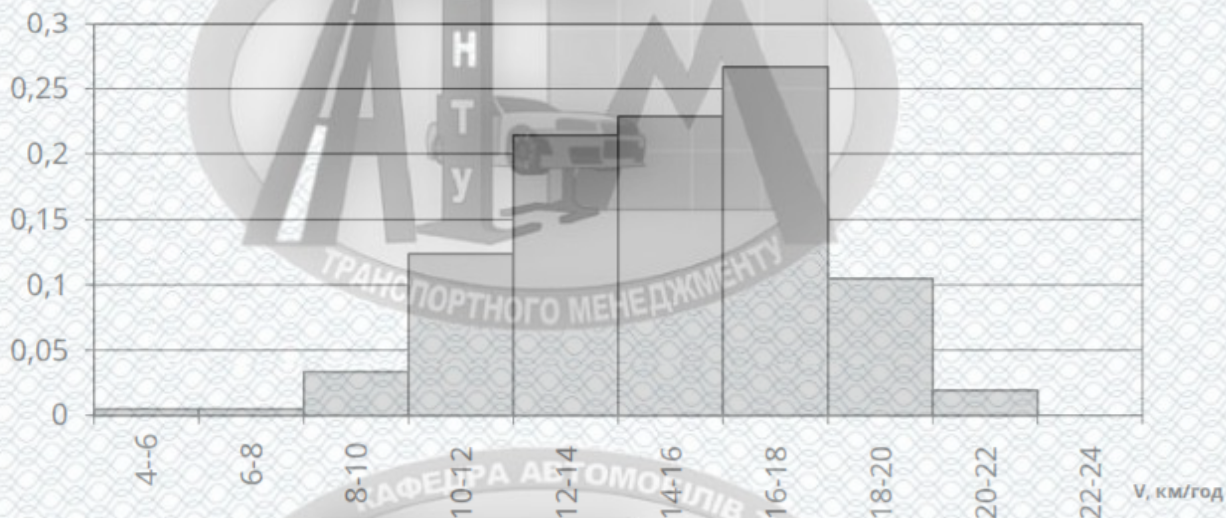


Рисунок 3.23 - Гістограма розподілу швидкості сполучення

Крім обмеження середньої потужності, необхідно враховувати також обмеження на потужність первинного джерела енергії за часом заряду буферного накопичувача енергії. За відомої корисної енергоємності БНЕ та потужності джерела енергії тривалість його заряду t_3 складає

$$t_3 = \frac{E_{\text{БНЕ}}}{P_{\text{ПДЕ}}}, \text{с} \quad (3.20)$$

Таким чином, залежність часу заряду від потужності первинного джерела енергії (генератора) можна отримати за графіком залежності енергії БНЕ від потужності первинного джерела енергії. Знайдені значення часу заряду показано рисунку 3.24. Необхідно, щоб час міжрейсового простою маршрутних ТС, що становить 3...5 хвилин (200...300 с), було достатньо для заряду БНЕ. Розрахунок виконаний у припущенні, що під час руху маршрутом була вичерпана вся корисна енергоємність БНЕ, але втратами «мертвого» запасу енергії, викликаними саморозрядом конденсатора, можна знехтувати через малий час зберігання енергії. Як видно з графіка, накопичувач може бути заряджений за час міжрейсового простою при потужності джерела енергії вище 30...35кВт.

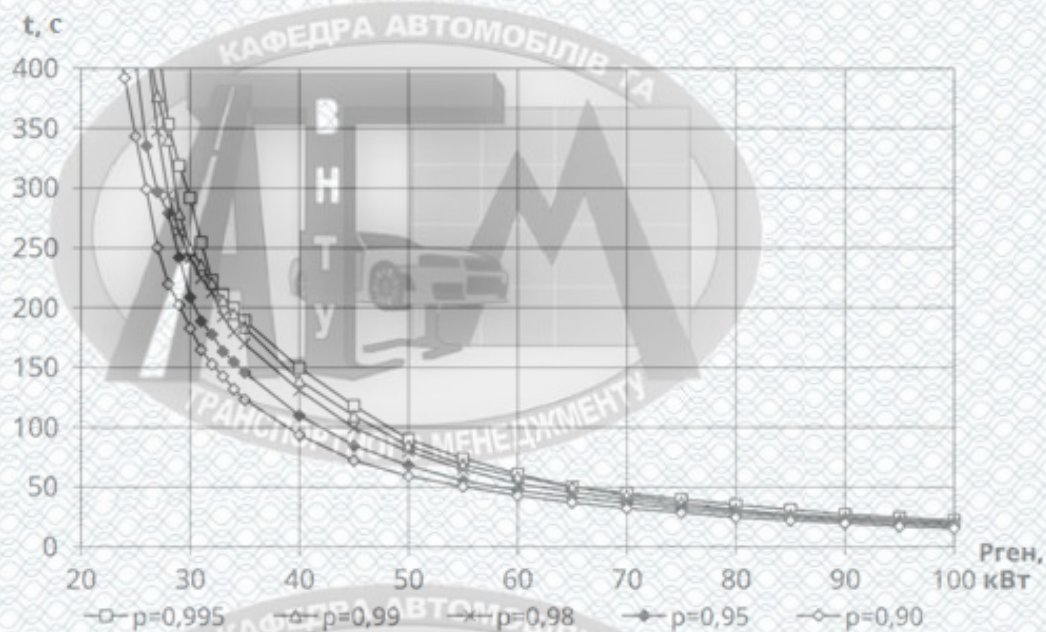


Рисунок 3.24– Залежність тривалості заряду буферного накопичувача енергії від потужності первинного джерела енергії

Отже, на підставі вище сказаного може бути запропонована наступна послідовність вибору основних характеристик гібридної силової установки маршрутних транспортних засобів. Отримані результати дозволяють зробити вибір для рухомого складу міського пасажирського транспорту КП «ВТК», що працює в умовах вуличного руху зі швидкістю сполучення до 20 ... 25 км/год. При повній масі транспортного засобу 15 т корисна (передана БНЕ або тяговому приводу) потужність первинного джерела енергії повинна становити не менше 30...35 кВт за умовами тривалості заряду накопичувача та покриття середньої витрати енергії протягом рейсу. Максимально можлива потужність ПДЕ дорівнює потужності тягового приводу і становить 120 ... 150кВт.

Задаючись часткою рейсів, у яких цикл руху ТЗ може бути реалізований без неприпустимого зниження запасу енергії БНЕ, вибирається залежність корисної енергоемності БНЕ від потужності ПДЕ. Вибір поєднання потужності ПДЕ та енергоемності БНЕ з безлічі заданих графіком варіантів слід виконувати з міркувань мінімізації маси та вартості енергетичної установки. При потужності ПДЕ 35кВт і $p = 0,995$ необхідна енергоемність БНЕ складе близько 7 МДж, або 2 кВт·год. Незважаючи на порівняно малу потужність ПДЕ, у разі нестачі запасу енергії БНЕ

він здатний підтримувати встановлену швидкість руху ТЗ з номінальним завантаженням рівним 40 км/год на майданчику, а під час руху без пасажирів – 45... 50 км/год

Тим не менш, через високу вартість суперконденсаторних накопичувачів енергії доцільно підвищення потужності ПДЕ з метою скорочення енергоємності БНЕ. При підвищенні потужності ПДЕ до потужності тягового приводу необхідна енергоємність БНЕ складе 1,5...2,0 МДж, або 0,5 кВтВ·год. Отримані результати можуть бути легко масштабовані. Оскільки розрахункові значення сили тяги та потужності пропорційні до повної маси ТЗ, при її зміні можуть бути отримані параметри енергетичних установок P і E для гібридних ТС повної маси m :

$$P = \frac{m}{15} P_{\text{ПДЕ}}, \text{ кВт} \quad (3.21)$$

$$E = \frac{m}{15} P_{\text{БНЕ}}, \text{ МДж} \quad (3.22)$$

3.8 Висновки до розділу 3

У третьому розділі було проаналізовано показники якості обслуговування пасажирів міського транспорту та особливості формування рухомого складу з комбінованими енергоустановками.

Сформовано перелік факторів, які засовуються для визначення ефективності програми перевезень.

Встановлено, що при деяких циклах руху ТЗ існує проблема зниження запасу енергії БНЕ нижче допустимого рівня, яка може бути вирішена тільки спільним підвищенням потужності ПДЕ та енергоємності БНЕ понад значення, визначені за усередненими характеристиками руху ТЗ. Тому, при формуванні рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» найбільш доцільним є застосування комбінованих енергоустановок послідовної схеми, що обумовлено особливостями маршрутної мережі міста Вінниця.

РОЗДІЛ 4

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

4.1 Рекомендації щодо вибору типу рухомого складу, обладнаного комбінованими енергоустановками з буферним джерелом енергії з врахуванням їх пасажиромісткості

Отримані результати дають змогу визначити параметри перспективного рухомого складу міського безрейкового транспорту. Запропоновано різні схеми реалізації НС, що різняться між собою видами джерел енергії, що використовуються (рисунок 4.1). Різні джерела енергії мають свої переваги та недоліки. Їхні питомі показники наведені на малюнку 4.2. Теплові двигуни (головним чином ДВЗ), що працюють на дизельному паливі або газі, використовують паливо з високою енергоємністю (для дизельних двигунів 10 ... 20 МДж/кг). Питома потужність ДВЗ як джерела енергії становить близько 0,1кВт/кг. Основними їх недоліками є висока вартість палива в порівнянні з електричною енергією, а також виділення забруднюючих довілля викидів

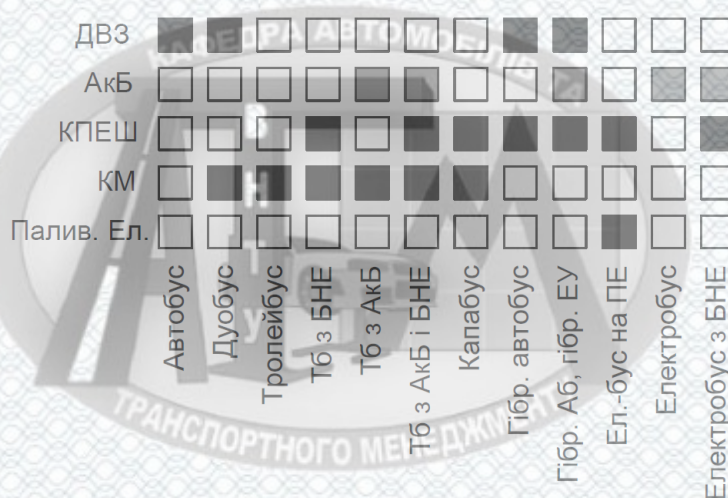


Рисунок 4.1 - Можливі схеми маршрутних транспортних засобів

Акумуляторні батареї на основі літій-іонних акумуляторів (ЛІА) мають найвищу питому енергоємність серед статичних джерел електричної енергії: 0,4

МДж/кг при питомій потужності промислових зразків 0,2 кВт/кг, з перспективою збільшення її до 2...4 кВт/кг. Таким чином, використання акумуляторів як джерела енергії може призводити до підвищення маси батареї понад значення, визначеного за необхідною енергоємністю, для забезпечення необхідної потужності АБ. Іншим істотним недоліком акумуляторів є термін служби, обмежений 5 ... 15 тисяч циклів заряду-розряду, що призводить до необхідності заміни дорогих батарей протягом терміну служби транспортного засобу. Конденсатори подвійного електричного шару (КПЕШ), навпаки, мають високу питому потужність до 10 кВт/кг і допускають понад мільйон циклів заряду-розряду, маючи малу питому енергоємність – близько 0,05 МДж/кг. Живлення від контактної мережі дозволяє передати транспортний засіб практично будь-яку необхідну потужність. Однак передача енергії пов'язана із суттєвими втратами енергії, а також обмежує автономність ТЗ.

Для транспортних засобів, що мають дальність автономного ходу менше 30...40 км (наприклад, тролейбус з автономним ходом), характеристики акумуляторної батареї вибираються за потужністю тягового приводу. В цьому випадку установка конденсаторного накопичувача підвищеної енергоємності дозволила б знизити потужність, а отже, і розміри батареї у разі, якщо потреба в автономному ході мала. Граничним рішенням такого роду є ТЗ з АБ потужністю 35кВт, здатної забезпечити 6 ... 8 км автономного ходу та конденсаторним накопичувачем енергоємністю 7 МДж. Але в цьому випадку енергоємність батареї виявиться лише дворазово переважає енергоємність КПЕШ, а вартість системи значно вища за порівнянну вагу, що робить таке рішення недоцільним. Це дозволяє виключити з подальшого розгляду частину можливих транспортних засобів.

Таблиця 4.1 - Техніко-економічні характеристики перспективних енергоустановок маршрутних ТЗ великої місткості

Тип ТЗ	Автобус на СПГ	Тролейбус з АХ	Гібр. автобус	Електробус
1	2	3	4	5
Потужність ТЕД, кВт	-	150	150	150
Енергоємність ЛІА, кВт·год	-	45	-	500
Потужність ЛІА, кВт	-	150	-	150
Енергоємність КПЕШ, кВт·год	-	-	2/0,5	-

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Потужність КПЕШ, <i>кВт</i>	-	-	150	-
Потужність ДВЗ, <i>кВт</i>	150	-	35 / 100	-
Витрата палива (енергії) на 100 км пробігу	50 м ³	200 <i>кВт·год</i>	35 м ³	200 <i>кВт·год</i>
Вага енергоустановки, <i>кг</i>	1500	1800	2000	6000
Вартість енергоустановки, <i>т. грн.</i>	570	1900	1520	3800
Вартість палива (енергії) при пробігу 300 тис. км., <i>т. грн.</i>	684	570	456	570
Вартість 6-річного експлуатаційного циклу, <i>т. грн.</i>	1216	2470 без заміни ЛПА	1976	4370

Як було зазначено в 3 розділі, при оцінці різних конструкцій важливо враховувати вартість життєвого циклу ТЗ, що складається з вартості його придбання, обслуговування та вартості споживаних під час експлуатації палива чи енергії.

Перспективні конструкції маршрутних ТЗ, крім низької вартості володіння, повинні мати також високий рівень автономності і низький рівень викиду речовин, що забруднюють атмосферу. З цих позицій вибрано такі схеми ТЗ: автобус на стиснутому природному газі (СПГ), тролейбус з автономним рухом, гібридний автобус та електробус. Техніко-економічні характеристики їх енергетичних установок наведено в таблиці 4.1.

Таким чином, при переході від системи ДВЗ – генератор до перспективних типів джерел енергії, описані в роботі принципи вибору параметрів БНЕ збережуть свою актуальність. Понад те, із застосуванням гібридних автобусів з'являється можливість їх переобладнання із заміною первинного джерела енергії як дизель-генератора на батарею паливних елементів чи акумуляторів.

Не менш важливим параметром на який впливає вибір типу рухомого складу є пасажиромісткість ТЗ. Наприклад в автобусах на ДВЗ, сама силова установка займає частину корисного простору в салоні, чого наприклад позбавлені тролейбуси чи гібридні ТЗ у яких первинне джерело енергії має набагато менші масогабаритні параметри. Це дозволяє вивільнити податкову корисну площу для перевезення

пасажирів. Для більш раціонального планування парку РС, крім всіх вище зазначених критеріїв, потрібно розглянути коефіцієнт місткості рухомого складу.

Необхідні для нормування коефіцієнта використання місткості рухомого складу параметри пасажирських потоків, можуть бути отримані в результаті обстеження пасажиропотоків у місті Вінниця.

За виконання обстеження було задіяно 850 обліковців. Проведено облік пасажирів у рейсах всіх маршрутів автобусів, тролейбусів, трамваїв та маршрутних таксі. Я також приймав участь в цьому дослідженні в якості обліковця. Необхідні для нормування коефіцієнта використання місткості рухомого складу параметри пасажирських потоків, отримані в результаті обстеження, наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.2 - Параметри пасажирських потоків міста Вінниці

Параметр	Значення
Коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності пасажирських потоків ($k_{год}$)	1,1
Коефіцієнт нерівномірності розподілу транспортного навантаження за довжиною маршруту (k_M)	1,9
Коефіцієнт нерівномірності за напрямками маршруту (k_{HM})	1,16

На коефіцієнт динамічного використання місткості, визначений за робочий день, впливає час роботи рухомого складу та нерівномірність швидкості сполучення. На рис. 4.2 наведено залежність коефіцієнта використання місткості протягом дня роботи транспорту від даних чинників.

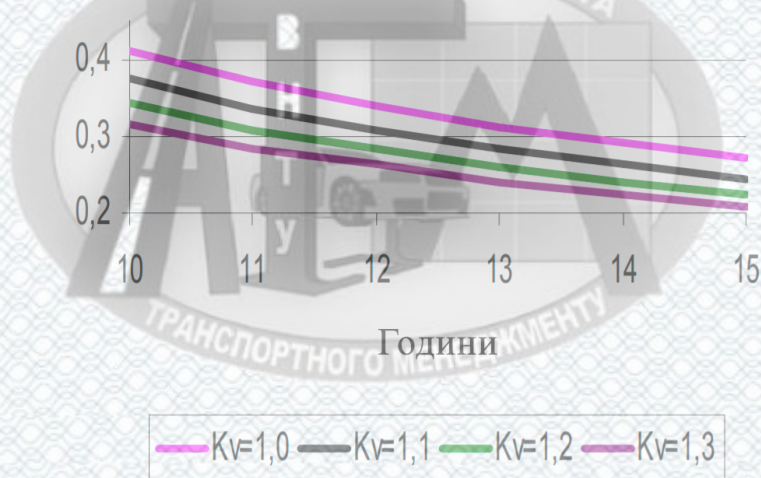


Рисунок 4.2 – Залежність середнього коефіцієнта використання місткості протягом дня роботи транспорту від середнього часу роботи рухомого складу та нерівномірності швидкості сполучення K_v

Залежності, наведені у табл. 4.3 дійсні за умови використання рухомого складу обох пікових періодах, тобто. середній час роботи рухомого складу на лінії не може бути меншим за 10 годин.

Таблиця 4.3 - Залежність середнього коефіцієнта використання місткості за день роботи транспорту від середнього часу роботи рухомого складу та нерівномірності швидкості сполучення

Середній час роботи транспортної одиниці, годин.	Коефіцієнт нерівномірності пікового періоду	Середній коефіцієнт використання місткості за робочий день			
		$K_v=1,0$	$K_v=1,1$	$K_v=1,2$	$K_v = 1,3$
10	1,01	0,41	0,37	0,34	0,31
11	1,11	0,37	0,34	0,31	0,28
12	1,21	0,34	0,31	0,28	0,26
13	1,31	0,31	0,28	0,26	0,24
14	1,41	0,29	0,26	0,24	0,22
15	1,51	0,27	0,24	0,22	0,21

Виходячи з результатів, оптимальним варіантом буде вибір маршрутних ТЗ з комбінованим джерелом енергії та великою пасажиромісткістю. При цьому раціональним рішенням буде переобладнання частини РС з більшою пасажиромісткістю з ДВЗ на гібридні системи в основі яких лежить технологія КПЕШ.

4.2 Оцінка працездатності алгоритму вибору структури рухомого складу на прикладу абстрактної маршрутної мережі

Для оцінки працездатності алгоритму розглянемо абстрактну маршрутну мережу, що складається із чотирьох вершин. На мережі організовано такі два маршрути: маршрут №1 включає пункти 1,2,3; маршрут №2 пункти 1, 2 та 4. Матриця пасажирських кореспонденцій по даній мережі наведена у табл. 4.4.

Задано такі обмеження завдання:

- інтервал руху у межах від 2 до 10 хвилин, тобто. інтенсивність руху за маршрутом: $2 - a_i - 10$;

- Параметри класів рухомого складу дано в таблиці 4.5.

У вихідному варіанті програми перевезень обидва маршрути, що розглядаються, обслуговуються автобусами великої місткості з інтервалом руху 10 хвилин (інтенсивністю 6 од./год).

Таблиця 4.4 – Матриця пасажирських кореспонденцій, пас./год.

Пункт відправлення	Пункт прибуття				РАЗОМ
	1	2	3	4	
1	0	200	100	200	500
2	200	0	50	100	350
3	100	50	0	0	150
4	200	100	0	0	300
РАЗОМ	500	250	150	300	1300

Таблиця.4.5 - Класи рухомого складу

Клас	Місткість	Мінімальне значення пас/км
Великий	100	3,0
Середній	75	2,0

У розглянутій задачі обидва маршрути рівнозначні для пасажирів за технічними параметрами транспортних засобів, тарифами та якістю обслуговування. Таким чином, вважатимемо, що пасажир, який перебуває на зупинці, обирає перший транспортний засіб, що прибуває, маршрут якого проходить через пункт призначення пасажирів. Отже, кількість перевезених пасажирів певного маршруту прямо пропорційна до кількості виконаних рейсів або частоті руху автобусів за маршрутом.

У варіанті 2 знижуємо місткість транспортних засобів на маршруті 1, оскільки для нього не виконується обмеження щодо кількості пасажирів, що припадають на один кілометр пробігу: за розрахунком 2,8, мінімальне значення 3,0.

У варіанті 3 збільшується інтенсивність руху маршрутом 2. У результаті виникла необхідність зменшити місткість рухомого складу для даного маршруту,

Т.к. не виконується обмеження кількості пасажирів на кілометр пробігу (варіант 3).



Рисунок 4.3 - Схема абстрактної маршрутної мережі

Таким чином сформовано 12 варіантів розрахунку. На останньому 12 варіанті розрахунок завершено, оскільки досягнуто обмеження за місткістю та кількістю пасажирів на кілометр пробігу маршрутом 1.

Процес розрахунку проілюстровано рисунку 4.4. З рисунка видно, що у випадку існує два рівнозначних варіанти за значенням коефіцієнта динамічного використання місткості – це варіант 7 і варіант 11 (варіанти 8 і 12 не розглядаються, тому що не виконується обмеження за кількістю пасажирів на один кілометр пробігу по маршруту).

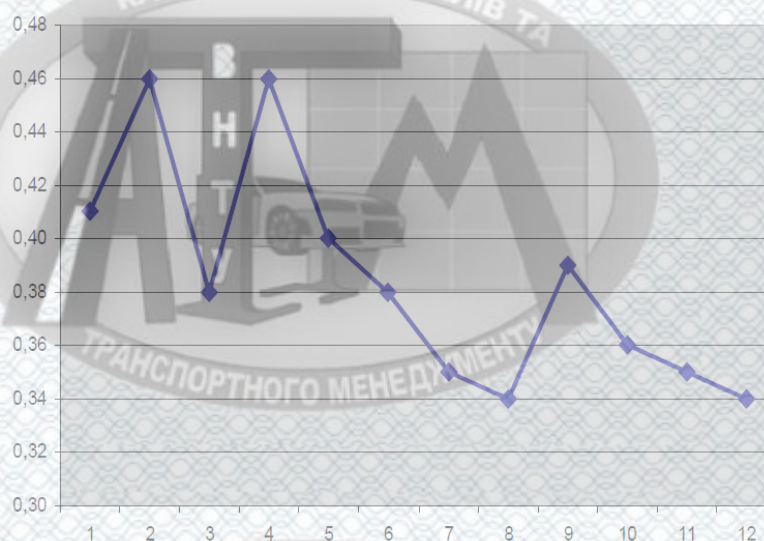


Рисунок 4.4 – Залежність коефіцієнта динамічного використання місткості від варіанта програми перевезень

В свою чергу запровадження маршрутних автобусів з комбінованими джерелами енергії в КП «ВТК» дає можливість збільшити коефіцієнт динамічного використання місткості, через переобладнання автобусів великого класу (наприклад БОГДАН А701) та збільшення пасажиромісткості салону та інтервалів руху.

Приклад компоновання салону приведено базової версії автобуса БОГДАН А701 на рисунку 4.5



Рисунок 4.5 - Компоновання салону базової версії автобуса БОГДАН А701

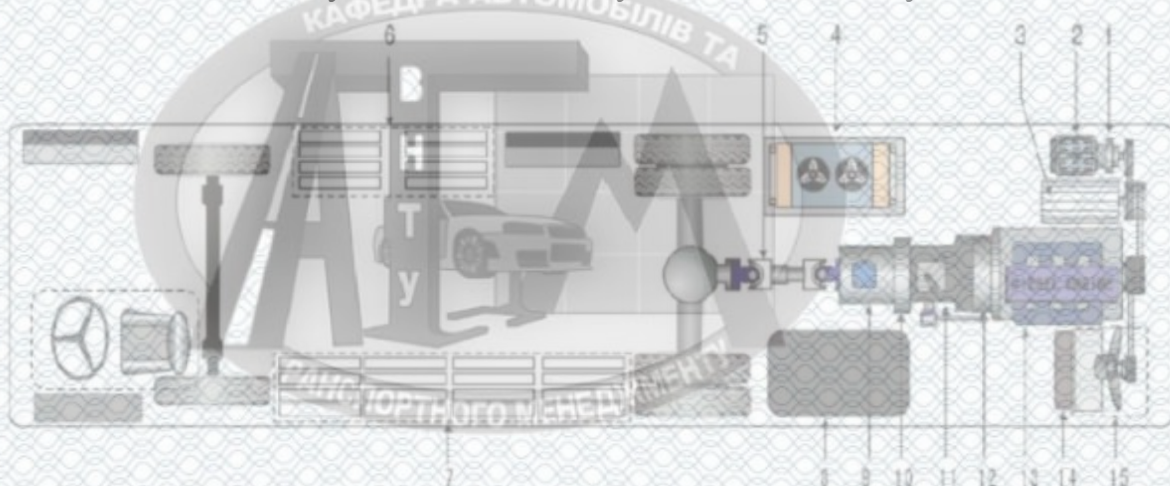
Після переобладнання даного автобуса вивільниться досить місця для розташування ще 6 пасажирських місць. Для більшої точної оцінки такої можливості збільшення корисної площі салону пропоную розглянути уже готову модель гібридного автобуса як приклад рисунках 4.6-4.8.



Рисунок 4.6 - FDG6115 HEVG - Гібридний автобус, 11.5 м



Рисунок 4.7 - Компонування шасі автобуса



1. Електромагнітна муфта, 2. компресор кондиціонера, 3. перехідний/перемикач Transition mounting bracket edition, 4. головний контролер, 5. вал трансмісійний, 6. пристрій накопичення енергії (8 секцій) , 7. пристрій накопичення енергії (16 секцій) , 8. паливний бак, 9. головний двигун (електродвигун) , 10. муфта, 11. електронне управління зчепленням, 12. ISG генератор (Integrated –Starter-Generator) , 13. Дизельний двигун, 14. Двигун охолодження ємності для води, 15. Система охолодження двигуна.

Рисунок 4.8 - Схема основних компонентів HEV (Diesel) Bus with ISG

4.3 Розрахунок оптимальної програми перевезення міста Вінниці

У місті Вінниці перевезення пасажирів здійснюються комбінованою маршрутною мережею.

Обсяг перевезень усіма видами пасажирського транспорту загального користування м. Вінниці (крім залізничного) складає близько 320 тис. пасажирів у будній день. Наразі обсяг перевезень автобусами 34,1%. Електричний транспорт (тролейбуси та трамваї) обслуговує близько 65,9% пасажирів.

Міський пасажирський транспорт м. Вінниці у цілому задовольняє потреби населення у перевезеннях, однак існує ряд проблем що потребують вирішення. Однією з таких проблем є збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальним пасажирським транспортом.

На даний час внутрішньо-міські перевезення пасажирів здійснюються троллейбусами, трамваями та автобусами, процентний розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами пасажирського транспорту в м. Вінниця наведений на рисунку 4.9.

Автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» на даний час обслуговує 19 автобусних маршрутів, що працюють у звичайному режимі руху.

Розподіл обсягів перевезень пасажирів

■ Трамваї ■ Тролейбуси ■ Автобуси

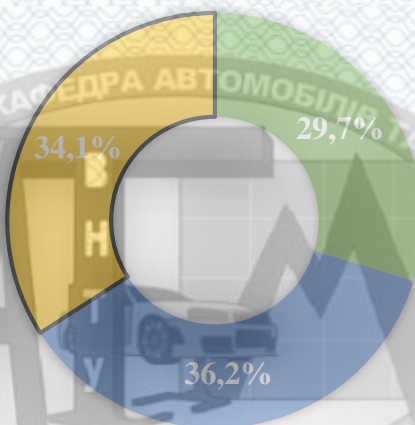


Рисунок 4.9 – Розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами міського пасажирського транспорту у м. Вінниці у відсотковому відношенні

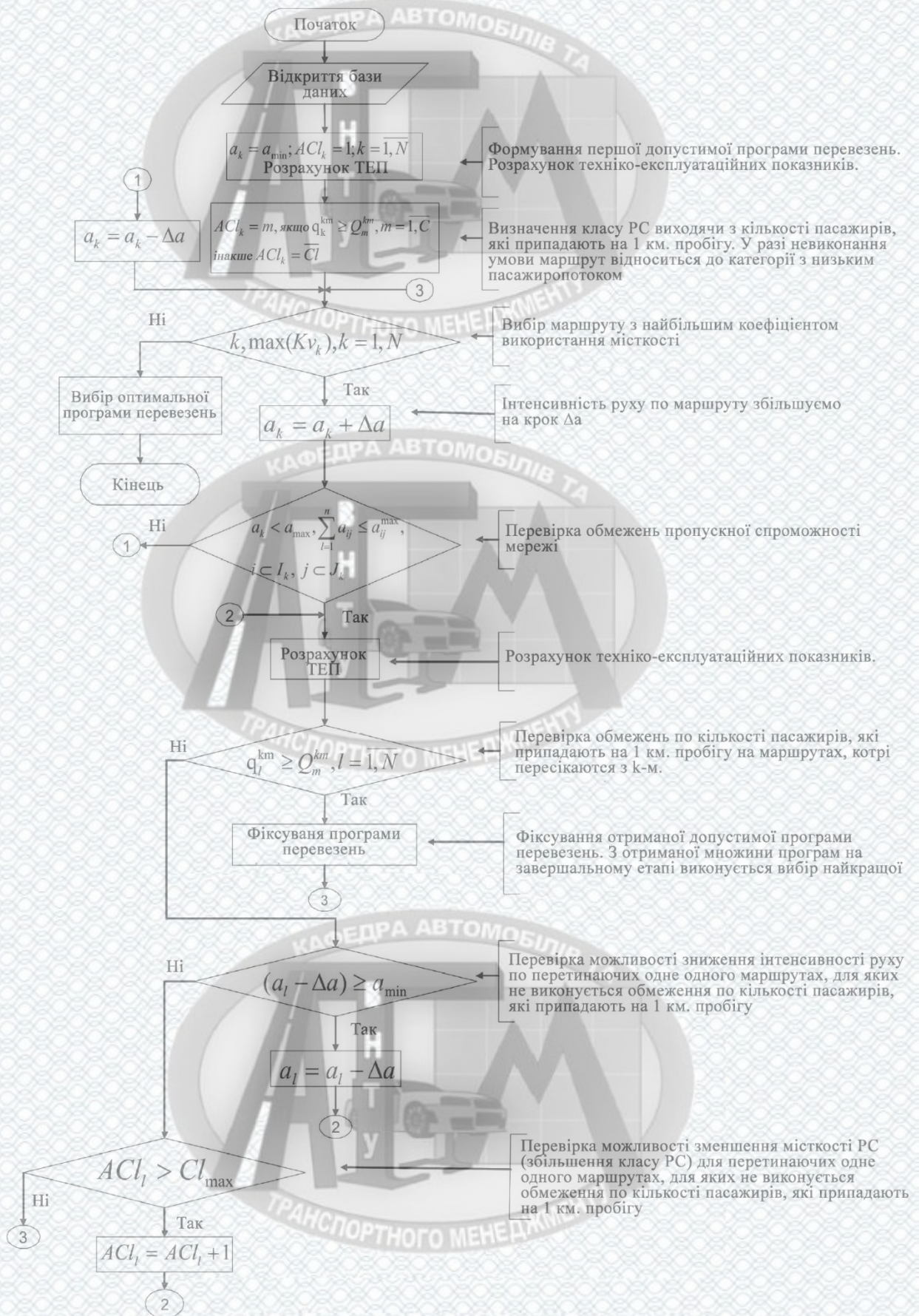


Рисунок 4.10 – Алгоритм розрахунку програми перевезень пасажирів

На підготовчому етапі формується перша допустима програма перевезень: інтенсивність руху по всіх маршрутах встановлюється рівною 4 одиницям на годину, що відповідає мінімально можливому інтервалу руху, що дорівнює 15 хвилин;

всім маршрутів встановлюється клас автобуса з найбільшою місткістю;

з використанням залежностей для кожного маршруту розраховуються кількість перевезених пасажирів та пасажирообіг;

для кожного маршруту визначаються техніко-експлуатаційні показники, такі як пробіг маршрутом, кількість місце-кілометрів, коефіцієнт динамічного використання місткості, кількість пасажирів на один кілометр пробігу маршрутом і кількість рухомого складу, необхідне для виконання програми перевезень;

відповідно до отриманого значення кількості пасажирів на один кілометр пробігу для кожного маршруту встановлюється клас рухомого складу за умови:

$$q_k^{km} \geq Q_c^{km}, \quad (4.1)$$

де: q_k^{km} - кількість пасажирів на один кілометр пробігу по k-му маршруту, пас/км;

Q_c^{km} - Мінімальна кількість пасажирів на один кілометр пробігу за маршрутом, необхідне рентабельної експлуатації транспортного засобу c-го класу, пас/км.

В результаті виконання підготовчого етапу розрахунку для деяких маршрутів кількість пасажирів на один кілометр пробігу маршрутом не дозволяє використовувати жоден з наявних класів транспортних засобів. Це маршрути з низькою інтенсивністю пасажирських потоків, що підлягають бюджетному субсидуванню. Для таких маршрутів встановлюється клас транспортного засобу за погодженням із замовником (уповноваженою організацією, яка здійснює регулювання сегменту ринку пасажирських перевезень). На наступному етапі розрахунку для цих маршрутів не враховуватимуться обмеження щодо мінімальної кількості пасажирів на один кілометр пробігу.

На етапі розрахунку здійснюється покрокове покращення програми перевезень. Етап розрахунку здійснюється доти, поки можливо сформувати новий варіант розрахунку, що задовольняє встановленим обмеженням коефіцієнта використання місткості рухомого складу, інтенсивності руху по ділянках маршрутної мережі, інтенсивності руху за маршрутом, кількості пасажирів на один кілометр пробігу по маршруту.

Формування наступного варіанта розрахунку здійснюється за наступним алгоритмом:

1. В останній програмі перевезень вибирається маршрут з максимальним коефіцієнтом використання місткості (k -й маршрут). Якщо коефіцієнт використання місткості вибраного маршруту менший за встановлену межу, процес розрахунку вважається завершеним.

2. Іntenсивність руху по k -му маршруту збільшується на крок Δa . Для кожного маршруту розраховується кількість перевезених пасажирів та пасажирообіг, пробіг за маршрутом, кількість місце-кілометрів, коефіцієнт динамічного використання місткості, кількість пасажирів на один кілометр пробігу за маршрутом та кількість рухомого складу, необхідна для виконання програми перевезень.

Збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту може призвести до порушень обмежень щодо рентабельної роботи транспортних організацій на маршрутах, що перетинаються з k -м. Для перевірки вибираємо маршрути, для яких кількість пасажирів, що припадають на один кілометр пробігу, нижча за встановлену межу для класу транспортного засобу, що використовується. При цьому, як згадувалося вище, не враховуються маршрути з низьким пасажиропотоком (що підлягають бюджетному субсидуванню), визначені на підготовчому етапі розрахунку.

Для маршрутів, що не забезпечують рентабельну роботу, можливі такі коригування програми перевезень:

зменшення інтенсивності руху рухомого складу на крок $-a$ (Збільшення інтервалу руху рухомого складу);

використання класу рухомого складу з меншою величиною обмеження кількості пасажирів на один кілометр пробігу по маршруту.

Можливість зменшення інтенсивності руху маршрутом обмежується мінімальним значенням (заданим максимальним інтервалом 15 хвилин).

Перевіряємо кожен із можливих варіантів задоволення обмеження щодо забезпечення рентабельного обслуговування маршрутів, що перетинаються. Після внесення зміни до програми перевезень здійснюється перерахунок техніко-експлуатаційних показників.

Якщо жоден з варіантів не забезпечує задоволення обмеження рентабельного обслуговування маршрутів, збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту слід визнати неможливим. Однак на практиці можлива ситуація, коли маршрут, що знаходиться на грані рентабельної роботи за своїми параметрами, блокує збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту, що працює із суттєвим навантаженням. У цьому випадку рішення може бути прийняте за згодою замовника. Маршрут, який блокує збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту, може бути переведений у розряд субсидованих або змінений. Тоді збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту приймається.

В даному випадку, для запобігання блокуванню маршрутів з істотним навантаженням за рахунок маршрутів, що перетинаються, в алгоритм введено значення коефіцієнта динамічного використання місткості, вище якого маршрути, що перетинаються, у разі неможливості відповідного коригування програми перевезень по них автоматично переводяться в розряд субсидованих.

Якщо після збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту всі обмеження виконуються, поточна програма перевезень вважається допустимою. Розрахунок починається із п. 1.

Якщо для k -го маршруту в поточній програмі перевезень обмеження не виконуються, здійснюється перехід до п. 1 для вибору $k+1$ маршруту. Процедура розрахунку завершено, якщо в останній програмі перевезень не знайшлося жодного маршруту, для якого було б допустимим збільшення інтенсивності руху рухомого складу (зменшення інтервалу руху маршрутом).

Після збільшення інтенсивності руху по k -му маршруту повинні задовольнятися такі обмеження:

максимальної інтенсивності руху ($a_k \leq a_{\max}$);

мінімального значення кількості перевезених пасажирів на один кілометр пробігу по k -му маршруту і по всіх маршрутах, що перетинаються $q_k^{km} \geq Q_c^{km}$;

мінімальної інтенсивності руху по перетинається маршрутам ($a_k \leq a_{\max}$).

В нашому випадку автобуси великої місткості рекомендується застосовувати з комбінованим джерелом енергії (гібриди) на маршрутах довжиною від 6 до 10 км і часом простою автобуса до 4 год, для відновлення ємності вторинного джерела енергії (КПЕШ). Наприклад маршрут «Залізничний вокзал – Вишенька» протяжністю 9.4 км та максимальною довжиною перегону 750 метрів.

4.4 Техніко-економічна оцінка ефективності запропонованих рішень щодо підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту м. Вінниці

Незважаючи на зниження кількості РС у проектній програмі перевезень на 10% підвищилася пропускна спроможність парку за рахунок більшої частки автобусів великої місткості. На 66% знижено інтенсивність руху на найбільш напружених ділянках мережі, що вплинуло на дорожній трафік.

Таким чином, впровадження результатів дослідження дозволило отримати соціальний ефект, який виражається у виключенні із програми перевезень обслуговування маршрутів з перевищенням нормативних параметрів використання місткості рухомого складу.

У розрахованій за запропонованою методикою програмою перевезень порівняно з вихідною структурою парку автобусів. Початкова структура парку автобусів забезпечувала 2,8 перевезених пасажирів, що припадають на один кілометр пробігу маршрутами. У програму перевезень, розрахованої за запропонованою методикою, на один кілометр пробігу припадає 3,8 пасажира.

На рис. 4.11 параметри автобусів великої місткості прийнято за 1. При зменшенні місткості автобуса знижується собівартість одного кілометра пробігу за маршрутом. Зниження собівартості не пропорційно до місткості.

Наприклад, собівартість перевезень при використанні автобуса середнього класу в порівнянні з великим, знижується на 15% при зменшенні місткості майже наполовину. В результаті собівартість одного місце-км при переході від автобуса великої місткості до середнього зростає в 1,5 рази.

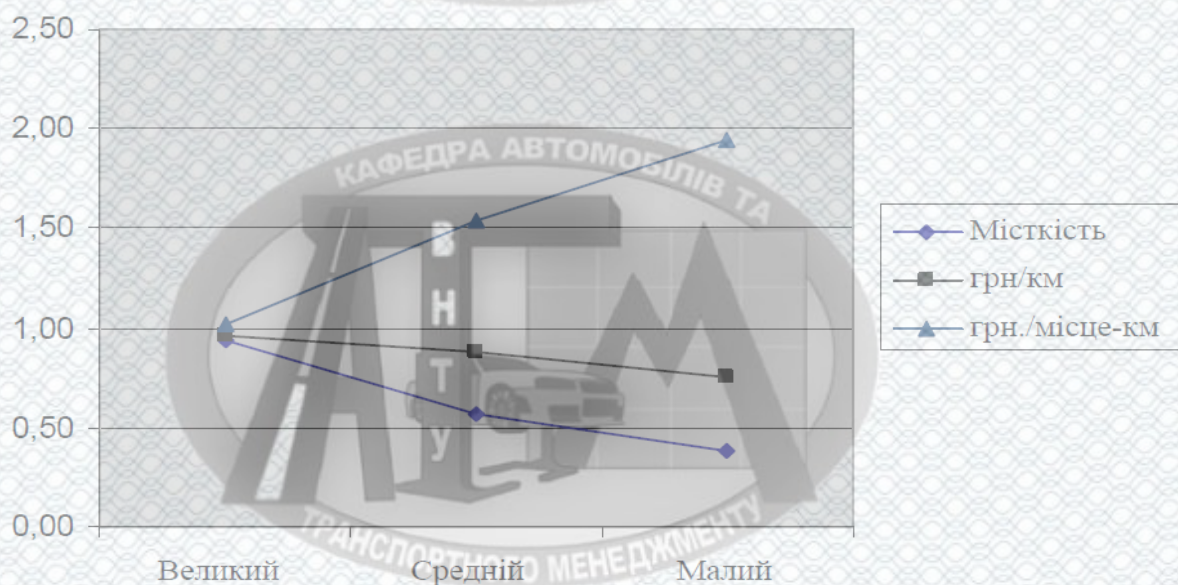


Рисунок 4.11 - Співвідношення собівартості перевезень пасажирів автобусами різних класів

4.5. Висновки по розділу 4

1. Якість транспортного обслуговування населення, це властивість транспортної системи, що оцінюється складним комплексом показників. Для оцінки якості транспортного обслуговування можна виділити два різні підходи:

– якість обслуговування населення характеризує рівень технічного розвитку міського пасажирського транспорту, і навіть ефективність управління та планування процесом перевезень.

– якість обслуговування населення характеризується ступенем задоволення пасажирів перевізним процесом.

– Розроблено рекомендації щодо формування структури рухомого складу пасажирського муніципального транспорту, в основу яких покладено критерій мінімуму коефіцієнту динамічного використання пасажиромісткості при відомому транспортному попиті що дозволило враховувати доцільність застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

2. Нестача експериментальних знань про вплив параметрів перевізного процесу та ефективність транспортної системи не дозволяють повною мірою вирішувати завдання підвищення якості обслуговування пасажирів та забезпечити максимально можливий рівень якості транспортного обслуговування.

3. Наведено техніко-економічну оцінку ефективності запропонованих рішень щодо підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту м. Вінниці.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглядається зона поточного ремонту автотранспортного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія». При виконанні ремонту на робітників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори. До них належать:

- наявність в повітрі робочої зони шкідливих аерозолів та газів;
- підвищення або пониження температури;
- застосування високих напруг;
- підвищений рівень вібрації і шуму;
- недостатня освітленість робочої зони;
- наявність теплового випромінювання.

Психофізіологічні: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження (монотонність роботи, емоційні перевантаження).

Організація та проведення робіт на дільниці, розташування та експлуатація устаткування повинні відповідати ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори Класифікація

Енергетичні витрати робітника – 200-250 ккал/год. Освітлення природне бокове та штучне комбіноване. Напруга живлення обладнання 380/220 В. Використовується природна вентиляція та механічна приточно-витяжна система. Робота здійснюється в 2 зміни.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочого місця

Вимога до зони поточного ремонту:

а) приміщення повинно бути з щільними непротікаючими стелями. Підлоги варто робити не пильними. Стіни – покриття олійною фарбою світлих тонів. Комунікації бажано робити схованими чи офарблювати олійною фарбою.

б) приміщення повинно бути обладнане загальною приточно-витяжною вентиляцією. Повітрозбірники приточної вентиляції повинні бути постачені пиловловлюючими фільтрами.

в) загальне висвітлення бажано здійснювати газорозрядними лампами. Освітленість не менше 3000 лк.

г) установка устаткування, меблів, у тому числі і робочих столів повинна дозволяти проведення вологого прибирання приміщення не рідше 3-х раз у тиждень.

На дільниці є аптечка першої медичної допомоги, умивальник для миття рук.

До роботи повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає технологічний процес, пройшов підготовку за правилами експлуатації обладнання, правилами безпечної організації робочого місця.

Вентиляція, що відсмоктує, повинна бути постачена пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Особи, відповідальні за роботу обладнання (підйомник, кран-балка) повинні знати, що його включення категорично забороняється:

- а) при несправній системі блокувань;
- б) зі знятими захисними кожухами на механізмі обертання;
- в) при несправній системі електроживлення;

Для забезпечення умов безпеки роботи і для запобігання неправильних дій обслуговуючого персоналу, що можуть привести до аварії і виходу з ладу устаткування, передбачені блокування.

Додаткові заходи безпеки при роботі з конкретними матеріалами повинні бути зазначені у відповідних технологічних інструкціях.

Кожен споживач зобов'язаний (у залежності від конкретних умов) розробити свою інструкцію з техніки безпеки.

5.1.2 Електробезпека

За ступінню електробезпеки зони поточного ремонту відноситься до категорії особливо небезпечних умов по ураженню людей електричним струмом, так як в цьому відділенні присутні такі небезпечні фактори: струмопровідна підлога,

струмопровідний пил, можливість одночасного дотику до корпусів обладнання та заземлених частин.

Для захисту від ураження електрострумом обираємо такі засоби: занулення, подвійна ізоляція.

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим проводом металевих не струмонесучих частин, які можуть опинитися під напругою.

При зануленні провідники мають бути вибрані таким чином, що при замиканні на корпус виникає струм короткого замикання, що забезпечує вимикання автомата чи плавлення плавкої вставки – запобіжника.

Подвійна ізоляція – електроізоляція, що складається з двох частин: робочої і додаткової ізоляції.

Корпус будь-якої електроустановки необхідно заземлювати. Послідовне включення в провідник, що заземлює, декілька апаратів, забороняється.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат нормується відповідно до норм ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень в залежності від категорії робіт та періоду року, від того, постійне чи непостійне робоче місце. Мікроклімат характеризується наступними показниками: T – температура повітря, °С; I – відносна вологість повітря, %; V – інтенсивність теплового опромінення, Вт/м²; - швидкість руху повітря, м/с. Параметри мікроклімату наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура					Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Допустима верхня		Допустима нижня		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Пост. роб. місце	Непост. роб. місце	Пост. роб. місце	Непост. роб. місце				
Холодний	Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	$\geq 0,4$
Теплий	Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 при 25 °С	0,3	0,2-0,5

Категорія робіт Пб – енерговитрати 200-250 ккал/год (233-290 Вт).

Норми інтенсивності теплового опромінення беремо з ГОСТ 12.1.005-88 (таблиця 5.2)

Таблиця 5.2 – Норми інтенсивності теплового опромінення

Відсоток опромінення поверх тіла людини	> 50	25-50	<25
Допустима інтенсивність теплового опромінення, Вт/м ²	35	70	100

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Дотримання нормативів забезпечується за допомогою опалення та вентиляції в холодний період року, та вентиляції в теплий період року.
2. Максимально допустима для роботи температура поверхонь не повинна перевищувати 45 °С.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлених норм.

Для вилучення шкідливих викидів від місць їх виникнення необхідно встановити місцеві відсмоктувачі. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загальнообмінної. Забороняється працювати у виробничих приміщеннях, де виділяються шкідливі речовини при несправній або відключеній вентиляції.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони приведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Бензин-розчинник	100	4	П
Окис титану	12	A	A
Сірчана кислота	0,01	1	A
Свинець	600	4	П

Кількість повітря, необхідного для розчинення шкідливих аерозолів до ГДК повинна бути не менше 38700 м³/кг при швидкості руху створюваного місцевими витягами $\geq 1,3$ м/с. В зоні поточного ремонту використовується приточно-витяжні системи вентиляції й місцеві витяги. Повітропроводи повинні систематично очищатися від пилу, щоб кількість зваженого в повітрі й осілого пилу не могли створити вибухонебезпечні повітряні суміші в об'ємі більш 1% від об'єму приміщення.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані опаленням.

Для обігріву і створення у приміщеннях показників мікроклімату повинно застосовуватись опалення. Передбачається парова система опалення, яка повинна забезпечувати рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання або вимикання, зручність у експлуатації і доступ до ремонту.

5.2.3 Виробниче освітлення

Освітлення здійснюється природним та штучним освітленням. Нормування всіх видів виробничого освітлення здійснюється за ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

У діючих нормах проектування виробничого освітлення задаються кількісні (розмір мінімальної освітленості) і якісні характеристики (показник осліпленості і дискомфорту, глибина пульсації освітленості) штучного освітлення.

Таблиця 5.4 – Вибір коефіцієнта сонячності клімату

Пояс світлового клімату	Коефіцієнт сонячності клімату		
	При світлових проїмах, що орієнтуються по сторонах горизонту (азимут, град)		
	136-225	226-315, 46-135	316-45
IV 50 с.ш.	0,7	0,75	0,95

Таблиця 5.5 – Параметри штучного та природного освітлення

Характеристики зорової роботи	Найменший розмір	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізно з фоном	Характеристика фона	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк		КПО, %			
						При комбінованому освітленні	При загальному освітленні	Середнє $E_{н пр}$	Мінімальне $E_{мін пр}$	Середнє $E_{серн сум}$	Мінімальне $E_{мін сум}$
Середньої точності	0,5-1	IV	A	Малий	Темний	750	300	4	1,5	2,4	0,9

Природне освітлення регламентується нормами ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

Для умов, що розглядаються в проекті (розряд робіт (IV), підрозряд робіт (A), система освітлення (комбіноване), тип джерела освітлення – люмінісцентні, світлодіодні, нормативне значення освітленості 750 лк [22,23].

Для забезпечення наведеного значення Е передбачено: люмінесцентні лампи типу SGF21 потужністю – 21 Вт і світловим потоком 1677 лм; переносний світлодіодний ліхтар типу AHL361, світловим потоком 36-90 лм.

5.2.4 Виробничий шум

В зоні поточного ремонту джерелами шуму є працюючі двигуни технологічного обладнання, поршневий компресор та пневмогайковерти. Допустимі рівні звукового тиску у відповідності до ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ (А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території	107	95	87	82	78	78	75	73	71	80

До організаційно-технічних засобів і методів колективного захисту відноситься: застосування малошумного технологічного процесу, оснащення шумних агрегатів засобами дистанційного керування й автоматичного контролю, застосування малошумних агрегатів, удосконалювання технології ремонту і обслуговування, використання раціональних режимів праці і відпочинку робітників.

5.2.5 Виробничі вібрації

При роботі на дільниці працюючий може піддаватися дії вібрації від поршневого компресора та пневмопістолета. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева – окремі частини тіла. Локальної вібрації піддаються

працюючі з ручним електричним інструментом. Працюючий може піддаватися одночасно впливу загальної і локальної вібрації (“комбінована вібрація”). Для попередження негативного впливу вібрацій на працюючих допускаються такі граничні величини відповідно ГОСТ 12.1012-90, які наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Категорії вібрацій

Категорія вібрації по санітарним нормам, критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрацій
Тип “а” Границя зниження рівня виробничої праці	Технологічна вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або на робочі місця від інших джерел вібрації	Верстати, електричні машини, насосні агрегати, вентилятори

Таблиця 5.8 - Характеристика вібрацій

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативне коректування по частоті і еквівалентне коректування значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с ²	дБ	м/с ² ·10 ⁻²	дБ
Локальна	-	Хл, Ул, Зл	2,0	126	2,0	112
Загальна	3 тип “а”	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,1	100	0,2	92

Для зменшення впливу вібрації від поршневого компресора необхідно його встановити на вібро-ізолюючих опорах та розмістити його якомога далі від робочих місць робітників.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», НАКАЗ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

Шкідливими виробничими факторами є:

1) фізичні фактори:

мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання);

виробничий шум, ультразвук, інфразвук;

вібрація (локальна, загальна);

освітлення: природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

2) хімічні фактори:

речовини хімічного походження;

3) біологічні фактори:

відсутні в зоні ПР

4) фактори трудового процесу:

Важкість (тяжкість) праці – характеристика трудового процесу, що відображає рівень загальних енергозатрат, переважне навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну, дихальну та інші системи.

Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму (200-250 ккал/год), масою вантажу, що піднімається та переміщується (до 60 кг), робочою позою, переміщенням у просторі.

Категорії робіт за важкістю: середньої важкості.

Напруженість праці - характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

До показників, що характеризують напруженість праці, належать:

інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Зона ПР класифікується за умовами праці як 2 клас (допустимі умови праці) – умови, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища та трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів (а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни) та не повинні чинити

несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їх нащадків в найближчому і віддаленому періодах.

5.3 Пожежна безпека

Роботи повинні проводитися у відповідності з типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств.

Категорії виробництв по пожежній небезпеці варто приймати по спеціальних відомчих переліках, затверджених міністерствами у встановленому порядку згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Зона поточного ремонту відносяться до категорії Г виробництв по пожежній і вибуховій небезпеці. Кількість вогнегасників і інших первинних засобів пожежегасіння для таких цехів і дільниць повинне вибиратися відповідно до зазначених вище типовими правилами.

Приміщення, у яких виконуються роботи, повинні бути побудовані з елементів конструкцій по IV категорії протипожежної безпеки (протипожежна стійкість не менше 2 годин).

Місця, відведені для установки устаткування, повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менше 5 м.

Таблиця 5.9 – Ступінь вогнестійкості, допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі

Категорія будівлі	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного		
			Одноповерхових	Багатоповерхових	
				2	3 і більше
Г	6	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.

Таблиця 5.10 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у год.) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см) для даного ступеня вогнестійкості будівель

Ступінь вогнестійкості	Стіни					Східчаті площадки і клітки, косоури	Плити, настили, інші несучі конструкції перекриттів	Елементи покриття	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі	Колони			Плити, настили	Балки, ферми, рами
Па	1/0	0,5/0	0,25/40	0,25/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

У чисельнику – межі вогнестійкості будівельних конструкцій, у знаменнику – межі розповсюдження полум'я по них.

Найбільш прийнятним способом пожежегасіння для зони поточного ремонту є спосіб розбавлення. Він полягає у тому, що при концентрації кисню у повітрі до 14-18% горіння припиняється. Досягається це за рахунок введення в повітря інертних газів, головним чином вуглекислого. Вуглекислим газом можна гасити все, включаючи електроустановки, що знаходяться під напругою. Для пожежегасіння використовують рідку вуглекислоту. В якості ручних вуглекислотних вогнегасників застосовуються ВВ-2, ВВ-5 та ВВ-8.

Відстань до евакуаційних виходів для категорії приміщень Г та ІІІ ступеня вогнестійкості не обмежується густиною людського потоку в загальному проході. Ширина шляхів евакуації у світлі повинно бути не менше їм, дверей – не менше 0,8м. Висота проходу на шляхах евакуації повинна бути не менше 2 м.

5.4 Висновки до розділу 5

В даному розділі було описано необхідні заходи щодо забезпечення потрібного рівня безпеки роботи в зоні поточного ремонту комунального

підприємства «Вінницька транспортна компанія». Також був проведений аналіз нинішньої ситуації з охороною праці на підприємстві та його виробничо-технічній базі.

Було детально розглянуто питання щодо здійснення заходів та забезпечення необхідного рівня безпеки праці. Було визначено рівень освітлення і вимоги щодо нього, рівень вібрації і заходів щодо його зменшення, стан з пожежебезпекою на підприємстві, встановлено вимоги щодо вентиляції та опалення, організаційно-технічні заходи щодо зменшення виробничого шуму.



ВИСНОВКИ

В першому розділі проаналізовано маршрутну мережу міста Вінниця та розглянуто особливості функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія». Також наведено можливості щодо адаптації виробничо-технічної бази підприємства та існуючої системи і організації ТО і ПР для обслуговування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

У результаті встановлено, що для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту доцільною є модернізація рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія», шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

В другому розділі було розраховано виробничу програму КП «Вінницька транспортна компанія», а саме: визначено програму і об'єм робіт по ТО і ПР РС; - визначено трудомісткість виконання робіт по ЩО, ТО і ПР за рік; - визначено добову програму по ЩО, ТО і ПР; проведено розподіл трудомісткості по видах робіт; проведено розрахунок кількості персоналу та водіїв.

У третьому розділі було проаналізовано показники якості обслуговування пасажирів міського транспорту та особливості формування рухомого складу з комбінованими енергоустановками. Сформовано перелік факторів, які засовуються для визначення ефективності програми перевезень.

Встановлено, що при деяких циклах руху ТЗ існує проблема зниження запасу енергії БНЕ нижче допустимого рівня, яка може бути вирішена тільки спільним підвищенням потужності ПДЕ та енергоємності БНЕ понад значення, визначені за усередненими характеристиками руху ТЗ. Тому, при формуванні рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» найбільш доцільним є застосування комбінованих енергоустановок послідовної схеми, що обумовлено особливостями маршрутної мережі міста Вінниця.

В четвертому розділі реалізовано методику вибору раціонального рухомого складу для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту. Отже, якість транспортного обслуговування населення, це властивість транспортної системи, що оцінюється складним комплексом показників. Якість транспортного обслуговування населення, це властивість транспортної системи, що оцінюється складним комплексом показників. Для оцінки якості транспортного обслуговування можна виділити два різні підходи:

- якість обслуговування населення характеризує рівень технічного розвитку міського пасажирського транспорту, і навіть ефективність управління та планування процесом перевезень.
- якість обслуговування населення характеризується ступенем задоволення пасажирів перевізним процесом.
- розроблено рекомендації щодо формування структури рухомого складу пасажирського муніципального транспорту, в основу яких покладено критерій мінімуму коефіцієнту динамічного використання пасажиромісткості при відомому транспортному попиті що дозволило враховувати доцільність застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

Нестача експериментальних знань про вплив параметрів перевізного процесу та ефективність транспортної системи не дозволяють повною мірою вирішувати завдання підвищення якості обслуговування пасажирів та забезпечити максимально можливий рівень якості транспортного обслуговування.

Наведено техніко-економічну оцінку ефективності запропонованих рішень щодо підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту м. Вінниці.

В п'ятому розділі були наведені необхідні заходи, які забезпечують потрібний рівень безпеки роботи в зоні ПР комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія». Крім цього був проведений огляд ситуації з охороною праці на підприємстві та його виробничо-технічній базі на даний час.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонюк О.П., Шевченко Р.Б. Підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту застосуванням автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення / Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 25-27 жовтня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 13-15.
2. Біліченко В. В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 274 - «Автомобільний транспорт»: навч. пос. / В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 65 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
4. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту: навч. пос. / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. – 336 с.
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта : ОНТП-01-91. – М. : Гипроавтотранс, 1991. – 184 с. – (Нормативные директивные правовые документы).
6. Седов И.А., Улицкая И.М. К вопросу об оценке качества транспортного обслуживания пассажиров городским транспортом//Труды Моск.Автомобильно-дорожного института/Экономика.планирование и организация автомобильного транспорта и дорожного строитель-ства. - М. - Вып.106. - 1975. - С.18.
7. Баратов Е. І., Запунний А.І., Калітич Г. І. та ін. Якість: Довідник, -Київ: Політвидав України, 1985. – 183с.
8. Рева В. М. Штанов В. Ф. Комплексная система управления качеством перевозок пассажиров в СССР / Обз. инф. ЦБНТИ Минавтотранса. – М. 1984.

9. Ефремов И. С. Системная оптимизация энергетических характеристик тягового привода электромобиля / И. С. Ефремов, Д. И. Гурьянов, С. Д. Усов // Тез. докл. всесоюз. научно-техн. конф. : Состояние и перспективы развития электрические технологии (Вторые Бенардосовские чтения). - Иваново : МЭИ, 1985.

10. Kermani S. Predictive energy management for hybrid vehicle [Текст] / Kermani S., Delprat S., Guerra T. M., Trigui R., Jeanneret B. // Control Engineering Practice.– Vol. 20 (2012).– pp. 408–420.

11. Байрыева Л. С. Электрическая тяга: городской наземный транспорт [Текст] / Байрыева Л. С., Шевченко В. В.– М.: Транспорт, 1986.

12. Siang Fui Tie. A review of energy sources and energy management system in electric vehicles [Текст] / Siang Fui Tie, Chee Wei Tan // Renewable and Sustainable Energy Reviews.– Vol. 20 (2013).– pp. 82–102.

13. Бирюков В. В. Энергосбережение на электрическом транспорте [Текст] / Бирюков В. В.– Иркутск: изд-во ИГТУ, 2009.

14. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Наказ МНС України від. 09.07.2012 року № 964. Держгірпромнагляд, 2012.-110 с.

15. Закон України. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. № 1809-III від. 08.06. 2000 року.

16. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.

17. Закон України Про охорону праці , №235-IV, 22.11.2002.

18. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

19. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Изменения,1987.

20. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

21. Безопасность производственных процессов. Справочник. Подред. Белова С. В. - М.: Машиностроение, 1985. - 448с. 22. СНИП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.- 64 с.32



ДОДАТКИ



Додаток А
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доц. С.В. Цимбал

«___» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: Підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення, в умовах комунального підприємства «Вінницька

транспортна компанія»

08-29.МКР.110.00.000.ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., ст. викл. кафедри АТМ
наук. ступінь, вчене звання (посада)

Антонюк О.П.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи _____

1АТ-20м
назва групи

Шевченко Р.Б.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця 2021 р.

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2021 р. про затвердження теми МКР.

2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

Мета роботи: підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту шляхом застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення, в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:

- проаналізувати структуру та особливості функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія»;

- провести розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія»;

- виконати аналіз показників якості транспортного обслуговування міського пасажирського транспорту;

- вибрати схему комбінованого приводу для міського пасажирського транспорту;

- провести теоретичні дослідження залежності енергоємності БДЕ від потужності первинного джерела енергії;

- розробити рекомендації щодо вибору типу рухомого складу, обладнаними енергоустановками з БДЕ та розрахувати програму пасажирських перевезень для КП «Вінницька транспортна компанія».

3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи

Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна, Вінниця; досліджувані моделі АТЗ –

транспортні засоби комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» м. Вінниця; об'єкт дослідження – процес функціонування рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія» під час перевезення пасажирів м. Вінниці; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Виконавець МКР – Шевченко Роман Борисович, ст. гр. 1АТ-20м.

5. Вимоги до виконання МКР

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно – формалізувати перелік першочергових конструктивних змін, що підвищують якість обслуговування пасажирів, актуальних для рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» м. Вінниця; розробити процес формування структури рухомого складу пасажирського муніципального транспорту, який окрім критерію мінімуму коефіцієнту динамічного використання пасажиромісткості при відомому транспортному попиті дозволяє враховувати доцільність застосування автобусів, обладнаних комбінованими енергоустановками з буферним джерелом живлення.

6. Етапи МКР і терміни їх виконання

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання Вибір напрямку дослідження Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР 	27.09-04.10.2021	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> Аналіз умов функціонування комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» 	05.10-12.10.2021	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> Розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія» 	13.10-31.10.2021	Розділ 2
	<ul style="list-style-type: none"> Теоретичне дослідження доцільності застосування комбінованих енергоустановок на автобусах для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту 	01.11-07.11.2021	Розділ 3

	<ul style="list-style-type: none"> Реалізація методики вибору раціонального рухомого складу для підвищення якості обслуговування пасажирів міського транспорту 	08.11-15.11.2021	Розділ 4
	<ul style="list-style-type: none"> Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 	08.11-21.11.2021	Розділ 5
	<ul style="list-style-type: none"> Складання висновків за результатами досліджень 	16.11-30.11.2021	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint. Одержання відзиву наукового керівника та рецензії 	01.12-08.12.2021	Ілюстративний матеріал, презентація

7. Очікувані результати

Впровадження процесу формування структури рухомого складу пасажирського муніципального транспорту з застосуванням комбінованих енергетичних установок на маршрутах міського пасажирського транспорту забезпечує максимально можливий рівень якості транспортного обслуговування пасажирів при встановленому розмірі пасажирського тарифу.

8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 27 вересня 2021 р.

Граничний термін закінчення робіт – 8 грудня 2021 р.