

**Міністерство освіти і науки України
Університет митної справи та фінансів**

**Факультет інноваційних технологій
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики**

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
Завідувач кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики,
к.т.н., доцент

_____ А. І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ АВТОПІДПРИЄМСТВА, ЩО ОБСЛУГОВУЄ
ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ»**

Виконала: студентка групи Т21-3
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)
Берестова Єлизавета Дмитрівна

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Кузьменко Альбіна Ігорівна

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук, доцент
Леснікова Ірина Юріївна

Дніпро
2025

3.4 Вихідні дані для розв'язання транспортної задачі приведені в таблицях №№ 1 та 2.

Таблиця 1. Заявка на перевезення вантажів (у тоннах)

Пункт відправлення	A ₁	A ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₄	A ₅	A ₅	A ₆	A ₆
Пункт призначення	Б ₁	Б ₇	Б ₈	Б ₂	Б ₅	Б ₃	Б ₄	Б ₁	Б ₃	Б ₅	Б ₆
Обсяг Перевезень, т	189	81	81	81	81	36	54	108	54	54	54

Таблиця 2. Відстані між пунктами відправлення і призначення (у км)

	Пункт призначення								
Пункт відправлення	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈	АТП
A ₁	5	1	7	8	4	2	14	15	3
A ₂	5	13	8	6	3	1	7	3	1
A ₃	12	4	14	13	11	4	12	10	12
A ₄	16	7	15	15	13	5	15	12	2
A ₅	9	1	13	6	1	1	4	1	10
A ₆	3	1	5	3	8	10	3	2	15
АТП	8	17	16	11	4	6	9	9	--

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

- 4.1 Розглянути загальні питання діяльності автопідприємств України
- 4.2 Скласти характеристику транспортної компанії EA LOGISTIC
- 4.3 Спланувати технічне обслуговування АТП
- 4.4 Розрахувати маршрути на підставі розв'язання транспортної задачі лінійного програмування
- 4.5 Розробити оптимальні маршрути методом сполучених планів
- 4.6 Закріпити розроблені маршрути за АТП
- 4.7 Виконати технологічний розрахунок маршрутів

5. Перелік графічного матеріалу

- 5.1 Аналіз динаміки експортно-імпортних перевезень
- 5.2 Організаційна структура управління автопідприємством
- 5.3 Аналіз ефективності експлуатації наявних в автопідприємстві транспортних засобів
- 5.4 Схеми розроблених маятникових та кільцевих маршрутів

6. Дата видачі завдання: «12» грудня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Визначення теми кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ)	протягом I семестру	-
	Складання змісту роботи, оформлення та затвердження завдання	до 05.12.2024 р.	2%
	Опрацювання літературних джерел, нормативних документів	до 19.01.2025 р.	5%
	Збір та обробка статистичних і звітних даних	до 21.02.2025 р.	10%
	Написання вступу та розділу 1. Аналіз статистичних даних та наукових робіт за тематикою КРБ	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Аналіз існуючої (проектування нової) транспортно-логістичної схеми перевезення	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Розв'язання складної спеціалізованої задачі або актуальної практичної проблеми у сфері транспортних технологій за тематикою КРБ	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Визначення техніко-експлуатаційних показників та економічної доцільності запропонованих рішень	до 04.05.2025 р.	80%
	Формування висновків, оформлення пояснювальної записки	до 25.05.2025 р.	90%
	Оформлення графічної частини	до 30.05.2025 р.	95%
	Подання на кафедру електронного варіанту роботи	до 05 червня 2025 р.	-
	Перевірка КРБ на відсутність плагіату	06 червня 2025 р.	-
	Подання на кафедру кваліфікаційної роботи	до 10 червня 2025 р.	100%
	Отримання Висновку кафедри про допуск КРБ до захисту	10 червня 2025 р.	-
	Отримання Рецензії на КРБ	до 13.06.2025 р.	-
	Підготовка тексту доповіді і демонстраційного матеріалу	до 15.06.2025 р.	-
	Захист кваліфікаційних робіт бакалаврів	з 16.06.2025 р. по 22.06.2025 р.	-

Здобувач освіти

(підпис)

Є. Д. Берестова
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

А. І. Кузьменко
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Берестова Є. Д. Організація роботи автопідприємства, що обслуговує вантажні автомобільні перевезення.

Кваліфікаційна робота бакалавра на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті). Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2025.

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є організація роботи автопідприємства, що обслуговує вантажні автомобільні перевезення, на прикладі транспортної компанії EA LOGISTIC. Для досягнення мети здійснено огляд статистичних даних з перевезення вантажів. Проаналізовано діяльність компаній Дніпровського регіону. Запропоновано організаційно-виробничу структуру автотранспортного підприємства (АТП). Виконано технологічний розрахунок АТП. Розглянуто питання організації роботи АТП з обслуговування клієнтів на заданому полігоні. Виконано розрахунок показників роботи АТП на розроблених маршрутах.

THE SUMMARY

Berestova E. D. Organization of work of a car enterprise serving freight road transportation.

Bachelor's degree qualification work for bachelor's degree in specialty 275 transport technologies (by road). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The purpose of this qualification work of the bachelor is to organize the work of a car company that serves freight road transportation on the example of EA Logistic transport company. To achieve the goal, a statistical data on cargo transportation was carried out. The activities of companies of the Dniprovsky region are analyzed. The organizational and production structure of the motor transport enterprise (ATP) is proposed. The technological calculation of ATP was performed. The issues of organizing ATP work on customer service at a given landfill are considered. The calculation of the performance of ATP work on the developed routes was calculated.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	10
1.1 Огляд статистичних даних з перевезення вантажів	10
1.2 Організаційні засади діяльності автопідприємств	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	15
2.1 Постановка завдання	15
2.2 Загальні питання планування АТП	15
2.3 Характеристика транспортної компанії EA LOGISTIC	17
2.4 Планування технічного обслуговування АТП транспортної компанії EA LOGISTIC	19
2.5 Розрахунок постів і потокових ліній транспортної компанії EA LOGISTIC	37
3 РОБОТА АТП З ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ	46
3.1 Обробка заявки на перевезення АТП компанії EA LOGISTIC	46
3.2 Розрахунок маршрутів на підставі розв'язання транспортної задачі лінійного програмування	48
3.3 Розрахунок оптимальних маршрутів методом сполучених планів	51
4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АТП ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ EA LOGISTIC	61
4.1 Прикріплення розроблених маршрутів за АТП	61
4.2 Технологічний розрахунок маршрутів	63
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69

					КРБ	275	02	ПЗ
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Берестава Є...Д.			ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ АВТОПІДПРИЄМСТВА, ЩО ОБСЛУГОВУЄ ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кузьменко А.І.					6	79
Реценз.		Леснікова І.Ю.				УМСФ, ГР. Т21-3		
Н. контр.		Кузьменко А.І.						
Затверд.		Кузьменко А.І.						

Додаток А. Динаміка експорту вантажів у і кварталі 2025 року порівняно з 2024 роком	71
Додаток Б. Динаміка імпорту вантажів у і кварталі 2025 року порівняно з 2024 роком	72
Додаток В. Динаміка експорту вантажів у 2025 році порівняно з 2023 роком	73
Додаток Г. Динаміка імпорту вантажів у 2025 році порівняно з 2023 роком	74
Додаток Д. Графічні матеріали	75

Виконав		Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив		Кузьменко А.І.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Значення транспорту в економіці будь-якої держави об'єктивно характеризується такими показниками [1]: валовий внутрішній продукт; основні виробничі фонди; капітальні вкладення; середньооблікова чисельність працівників; споживання електроенергії; балансовий прибуток і т.д.

В умовах конкурентної ринкової економіки сталий розвиток автомобільного транспорту і його автотранспортних підприємств можливий на основі етапно-інноваційної реалізації дуальної концепції технологічно-сталого розвитку. Ця концепція базується на двох модернізаційних стратегіях: високотехнологічного відтворення автотранспортних послуг, а також формування технологічно-інтенсивної та ресурсно-ефективної мікроекономіки автотранспортних процесів [2].

На роботу автотранспортних підприємств у значній мірі вплинула повномасштабна війна, що притягло додаткову зношеність транспортних засобів та устаткування транспортного комплексу. Наразі, вони не завжди відповідають повною мірою сучасним світовим вимогам із забезпечення безпеки, надійності, комфортабельності, ресурсозбереженості тощо [1].

Зокрема, значна частина транспортних засобів не відповідає міжнародним нормам і стандартам, тому не може ефективно використовуватися на міжнародних лініях. Так що випускаються в нас вантажні автомобілі за екологічними параметрами не придатні до експлуатації в країнах Західної Європи, а також більш дорогі по питомим витратами на 1 км пробігу, що робить їх неконкурентоспроможними [1].

Транспорт є найбільшим споживачем паливних ресурсів [1]. Ним щорічно споживається останнім часом: бензину більше 65%, дизельного палива більше 50%. Протяжність автомобільних державних доріг в Україні до війни становила 169,5 тис. км. Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автошляхів: 51,1% не відповідає вимогам за рівністю, 39,2% – за міцністю. Середня швидкість руху на автошляхах України у 2–3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах [1].

Виконав		Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив		Кузьменко А.І.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В умовах війни значно зросла важливість ринку транспортних перевезень для економіки України, формування товарообігу у ній, забезпечення усім необхідним. На сучасному етапі внаслідок зменшення обсягів вантажних перевезень, як і у довоєнний період, пропозиція таких послуг є більшою за наявний попит [3]. При цьому у довоєнний період внаслідок існування невисоких бар'єрів входження на ринок вантажних автоперевезень, чисельність суб'єктів господарювання, які їх пропонували, постійно збільшувалася, відповідно посилювалася конкуренція серед них.

Частка великих перевізників, які володіли 100-300 автомобілями, у загальній кількості автоперевізників, які здійснювали міжнародні автоперевезення, становила 7–10 %. Оскільки послуги автомобільних підприємств на ринку вантажних перевезень, характеризуються певними індивідуальними відмінностями, то споживачі мають вибір з великої кількості альтернатив та можуть легко змінити перевізника [3].

Тому компанії, які діють на ринку вантажних автомобільних перевезень, з метою посилення своїх конкурентних переваг, намагаються покращувати якість послуг, розширювати їх асортимент, підвищувати рівень обслуговування клієнтів, використовувати гнучку цінову політику та активні маркетингові комунікації для стимулювання попиту на свої послуги [3].

Тематика даної кваліфікаційної роботи бакалавра є актуальною , оскільки вона присвячена питанню організації роботи автопідприємства, що обслуговує вантажні автомобільні перевезення.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

1.1 Огляд статистичних даних з перевезення вантажів

Ураховуючи положення Закону України "Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни", беручи до уваги відсутність звітів і будь-яких інших документів, подання яких вимагається відповідно до норм чинного законодавства від респондентів, у період дії воєнного стану або стану війни, а також протягом трьох місяців після його завершення офіційна державна статистична інформація, щодо якої неможливо забезпечити відповідну якість, може не поширюватися [4].

За I квартал 2025р. експорт товарів становив 9952,7 млн. дол. США, або 93,1% порівняно із I кварталом 2024р., імпорт – 18467,5 млн. дол., або 114,7% [5]. Негативне сальдо склало 8514,8 млн. ол. (за I квартал 2024р. також негативне – 5399,1 млн. дол.). Темпи зростання (зниження) експорту та імпорту товарів наведені у додатках А та Б (відповідно). Коефіцієнт покриття експортом імпорту становив 0,54 (за I квартал 2024р. – 0,66). Зовнішньоторговельні операції проводились із партнерами із 211 країн світу.

За 2024р. експорт товарів становив 41733,1 млн.дол. США, або 115,3% порівняно із 2023р., імпорт – 70751,2 млн.дол., або 111,3% [6]. Негативне сальдо склало 29018,1 млн.дол. (за 2023р. також негативне – 27384,1 млн.дол.).

Коефіцієнт покриття експортом імпорту становив 0,59 (за 2023р. – 0,57). Зовнішньоторговельні операції проводились із партнерами із 230 країн світу.

У грудні 2024р. порівняно із листопадом 2024р. сезонно скориговані обсяги експорту скоротилися на 5,7%, імпорту скоротилися на 3,4%. Темпи зростання (зниження) експорту та імпорту товарів наведені у додатках В та Г (відповідно). Сезонно скориговане сальдо зовнішньої торгівлі в грудні 2024р. було негативним і становило 2509,7 млн.дол. США. У листопаді 2024р. також негативне – 2513,8 млн.дол. США [6].

Згідно з даними Міністерства інфраструктури України, станом до війни було видано такі ліцензії:

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

- Внутрішні перевезення небезпечних вантажів — 3 396 ліцензій.
- Міжнародні перевезення вантажів (без небезпечних) — 10 400 ліцензій.

Це означає, що транспортний сектор має ліцензійних операторів на понад 13 тис. компаній [7].

Скільки компаній фактично працює на ринку важко точно визначити. Але з оцінок аналітиків відомо, що у транспортно-складській галузі (включно з вантажівками) зареєстровано приблизно 188 561 компанія. Значна частина цих підприємств — це автоперевізники: транспортними компаніями називається половина ($\approx 94\,000$ одиниць), але це включає й інші види транспорту. Близько 13 800–14 000 вантажних автопідприємств з ліцензіями (внутрішні + міжнародні). Загалом у транспортно-складській галузі — майже 190 тис. компаній, серед яких домінують автоперевізники [8].

Загалом за напрямом "транспорт і складське господарство" в Україні у 2024 році було зареєстровано близько 119 000 підприємств (див. табл. 1.1). Серед них підприємств автомобільного транспорту — приблизно 15 100 (тобто близько 13 %). Це враховує юридичних осіб, що надають вантажні та пасажирські послуги автотранспортом [8].

Таблиця 1.1 – Кількість автопідприємств в Україні

Категорія	Орієнтовна кількість
Всі компанії у транспорті / на складі	$\sim 119\,000$
З них — автотранспортні підприємства	$\sim 15\,100$

1.2 Організаційні засади діяльності автопідприємств

Автотранспортні підприємства здійснюють планування, організацію та виконання перевезень вантажів і пасажирів, технічне обслуговування (ТО), поточний ремонт (ПР) і зберігання автомобільного рухомого складу [2].

Виконав	Берестова Є.Д.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 02 ПЗ

АТП включає в себе: рухомий склад (автомобілі, причеи, напівпричеи); виробничі і службові приміщення та обладнання; персонал, який займається використанням, обслуговуванням і зберіганням рухомого складу [2].

Кожне АТП має: службу управління, яка здійснює керівництво, планування, облік і постачання; експлуатаційну службу, яка виконує перевезення; технічну службу, що виконує обслуговування, ремонт і зберігання рухомого складу (див. рис. 1.1). У великих АТП створюють відділи: експлуатації, технічний, головного механіка, який видає обладнання, опаленням і вентиляцією, освітленням, плановий та ін.

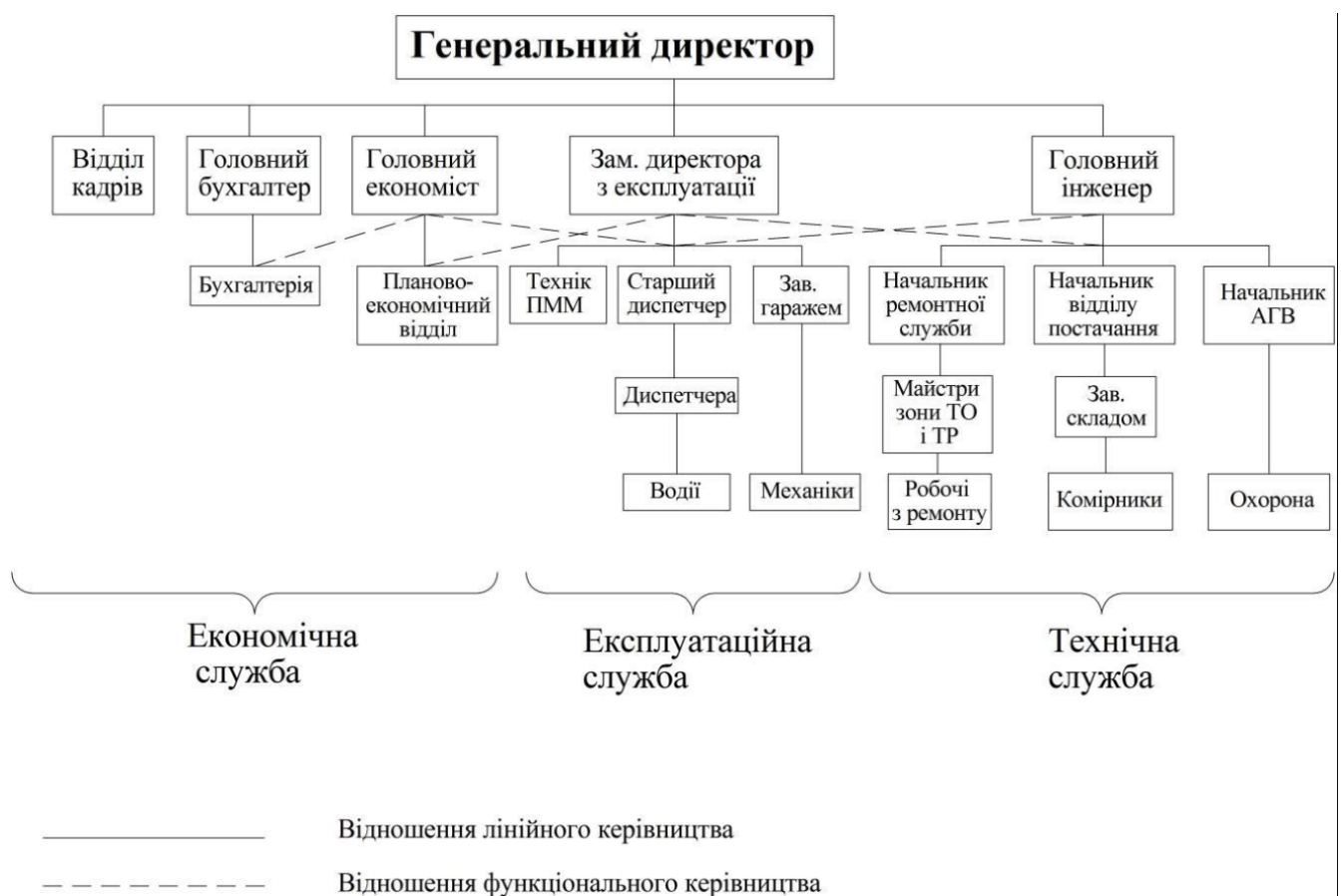


Рисунок 1.1 – Приклад організаційної структури управління [2]

На автомобільному транспорті загального користування вантажні АТП і виробничі об'єднання вантажного автомобільного транспорту підпорядковані в своїй діяльності транспортним управлінням; пасажирські АТП і їх об'єднання – управлінням пасажирського автомобільного транспорту. На відомчому

автомобільному транспорті роботою АТП керують транспортні управління міністерств або транспортні контори інших організацій [2].

Бригади підготовки виробництва здійснюють комплектацію необхідних агрегатів, вузлів, запасних частин і матеріалів та доставку їх на робочі місця, транспортування знятих з автомобіля агрегатів і вузлів, переміщення автомобілів зі стоянки у виробничі приміщення і навпаки.

Під організаційно-виробничою структурою АТП розуміється упорядкована сукупність виробничих підрозділів (їх кількість, розмір, спеціалізація, взаємозв'язок, методи і форми взаємодії).

Побудова правильної організаційної структури (див. рис. 1.2) є головним завданням будь-якого автотранспортного підприємства (АТП). Від раціонального складу підрозділів органів управління, їх зв'язку між собою і взаємодії з виробничими підрозділами в значній мірі залежить ефективність роботи підприємства в цілому.

У стандартній організаційній системі управління автотранспортним підприємством можна виділити три самостійних блоки управління: експлуатаційний, технічний та економічний, кожен з яких підпорядковується відповідному керівнику [2].

Експлуатаційна служба АТП займається, перш за все, науковою організацією транспортного процесу і ефективним використанням транспортних засобів. Вона визначає можливості для найбільш раціонального здійснення перевезень з найменшими витратами.

Технічна служба АТП приділяє головну увагу питанням підтримки транспортних засобів у технічно справному стані та забезпечення розвитку виробничої бази, а також здійснює керівництво матеріально-технічним постачанням підприємства.

Головними завданнями технічної служби підприємства є [2]: організація належного зберігання рухомого складу, що забезпечує високу технічну готовність його до роботи, своєчасність випуску автомобілів на лінію і прийом їх (гаражна служба); розробка і вирішення питань, пов'язаних зі зміцненням виробничо-технічної бази підприємства (головний інженер); оперативне

Виконав	Берестова Е.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

планування всіх видів ТО і ремонту автомобілів та автомобільних шин, організація виконання цих робіт та контролю за їх якістю, проведення технічного обліку і звітності по рухомому складу, автомобільних шинах та інших виробничих фондів (начальник ремонтної служби) тощо.

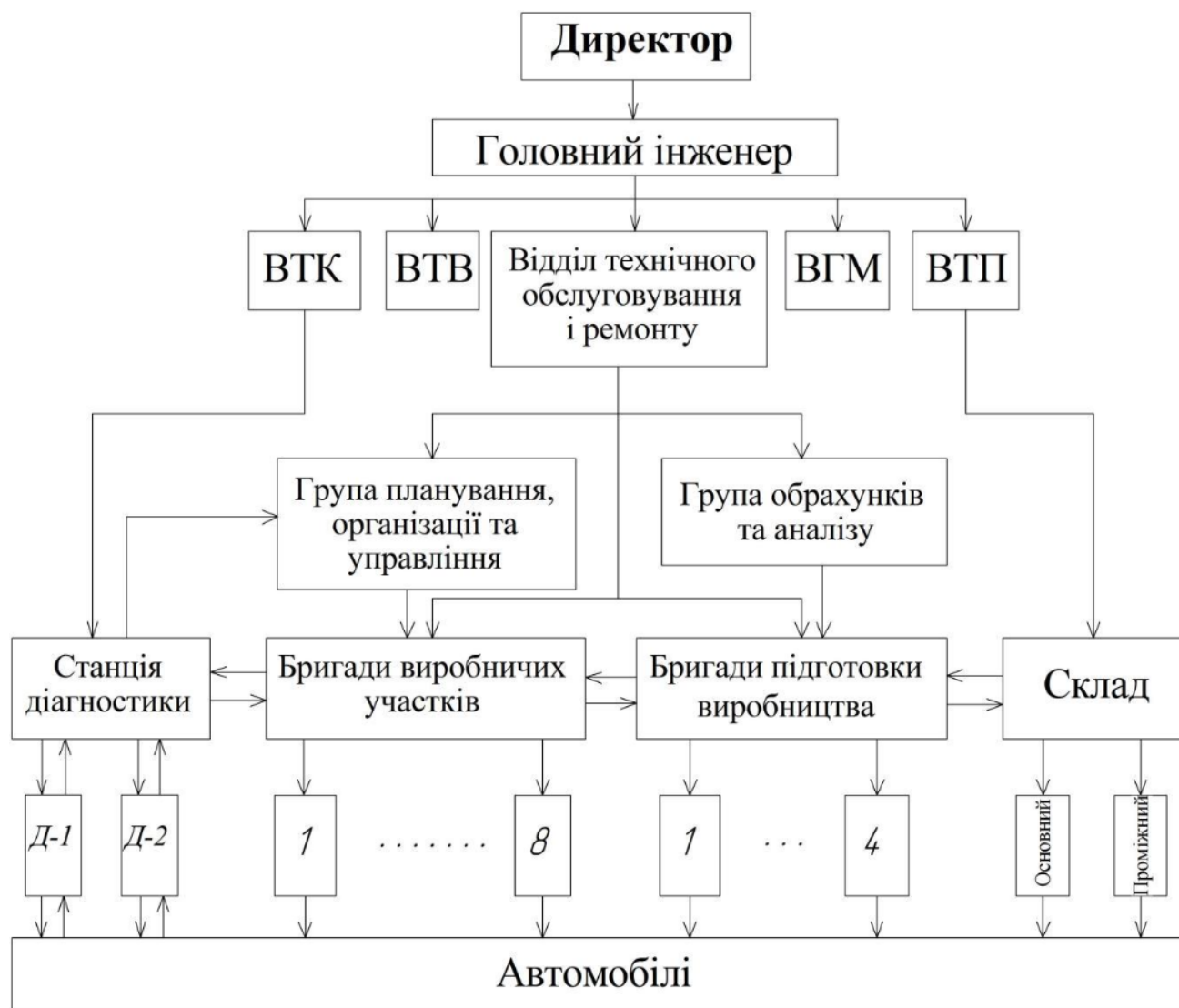


Рисунок 1.2 – Організаційна структура управління АТП [2]

Кадрова політика спрямована на збереження кваліфікованих кадрів, підвищення професійного рівня працівників для ефективної роботи в ринкових умовах [2].

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Постановка завдання

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) є організація роботи автопідприємства, що обслуговує вантажні автомобільні перевезення, на прикладі транспортної компанії EA LOGISTIC. Для досягнення мети необхідно проаналізувати діяльність компанії, виконати технологічний розрахунок автотранспортного підприємства (АТП), організувати роботу АТП з обслуговування клієнтів на заданому полігоні та виконати розрахунок показників роботи АТП на розроблених маршрутах.

Під час написання КРБ враховувалось, що маршрутизація перевезень – це прогресивний, високоефективний спосіб організації транспортного процесу, що дозволяє значно скоротити непродуктивні порожні пробіги транспортних засобів, підвищити якість обслуговування замовників і, у кінцевому рахунку, скоротити транспортні витрати самого автотранспортного підприємства.

Величина порожніх пробігів залежить від ряду факторів, таких як характер і напрямок вантажопотоків; але головним чином впливає організація транспортного процесу і якість змінно-добового планування. Тому задачу щоденного планування можна сформулювати так: змінно-добове планування перевезень вантажів повинне забезпечити виконання заданого обсягу перевезень з найменшим порожнім пробігом автомобілів.

2.2 Загальні питання планування АТП

Планування підприємств – найскладніший і дуже відповідальний етап проектування. Воно має забезпечувати експлуатаційні зручності, задовольняти технологічні, будівельні та інші вимоги. За інших однакових умов вдале планування може підвищити продуктивність праці - не менш ніж на 15... 20 %, значно зменшити капітальні вкладення [9].

До основних елементів планування (див. рис. 2.1) належать: склад будівель, споруд і приміщень; способи забудови ділянки, функціональна схема і

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

графік виробничого процесу; організація руху, розташування функціональних зон; розташування робочих постів і потокових ліній; розташування виробничих ділянок і складів; розстановка технологічного устаткування і рухомого складу при зберіганні; розташування невиробничих приміщень [9].

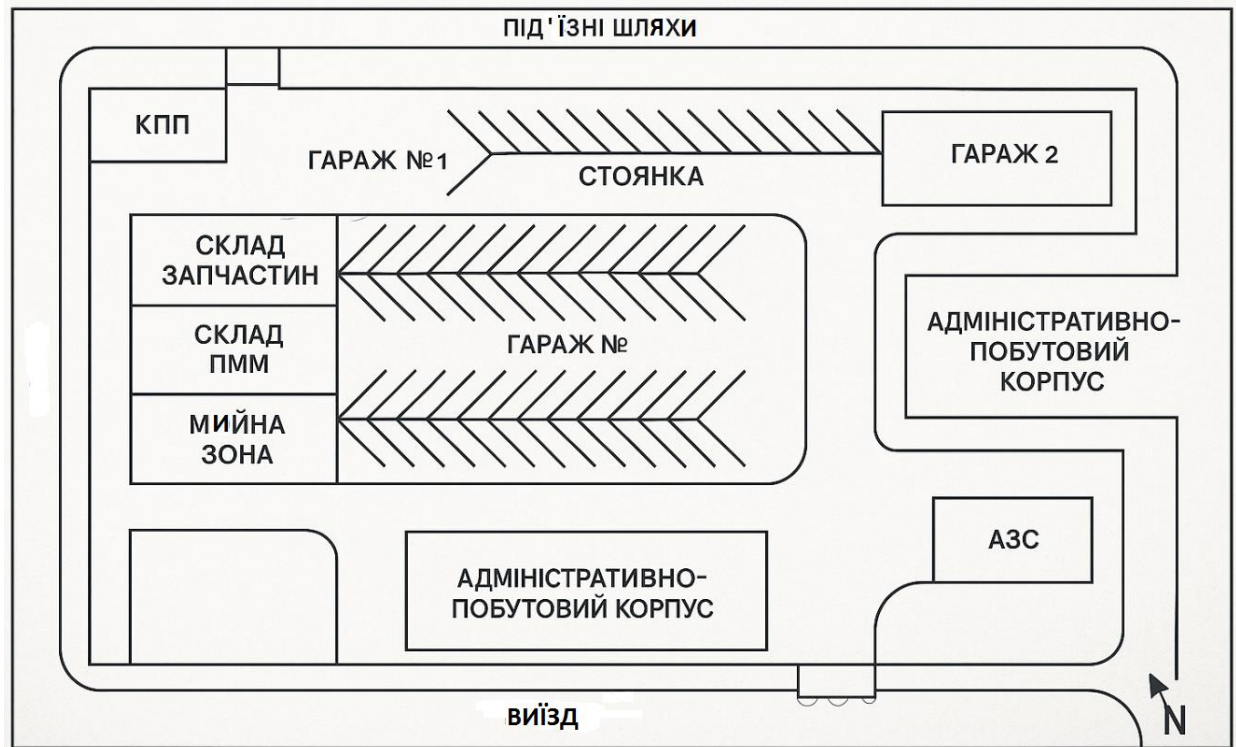


Рисунок 2.1 – Генеральний план АТП на 90 вантажівок

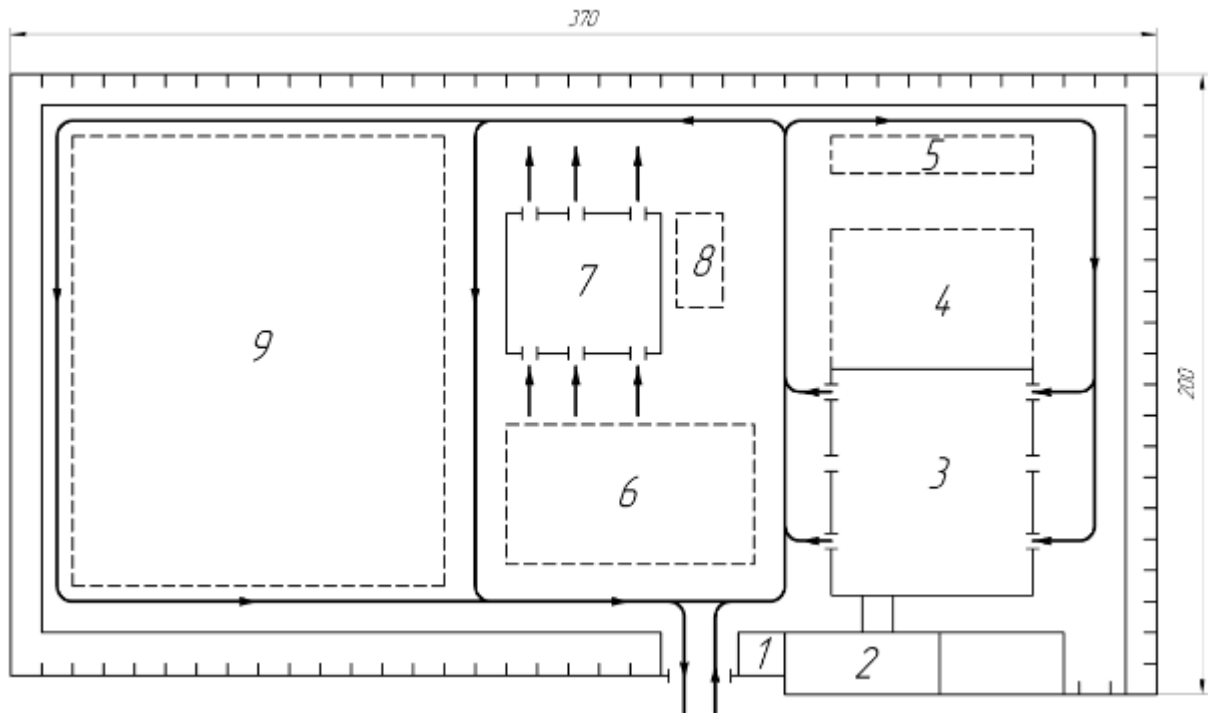
Основні елементи плану АТП (генплан) [9]:

- 1) під'їзні шляхи та КПП: рух автомобілів від входу до функціональних зон йде чітко по позначених дорогах, іноді у кілька смуг;
- 2) гараж і стоянка рухомого складу: зазвичай у торгово-гаражному корпусі передбачено шикування машин на довгострокове зберігання. Нерідко поєднується з майданчиком під техобслуговування;
- 3) виробничо-ремонтний корпус (ТО/ТР): схема включає ділянки: мийка, діагностика, поточний ремонт, ділянки спецремонту (кузовний, електротехнічний), кожна має паралельні потоки й технологічні переходи.

Виконав	Берестова Є.Д.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 02 ПЗ

На генеральному плані показують будівлі і споруди за їхніми габаритними обрисами, розміщенням, площадки для відкритого зберігання автомобільної техніки, основні і допоміжні шляхи руху рухомого складу на території АТП (див. рис. 2.2). Технологічною основою генерального плану є функціональна схема і графік виробничого процесу [9].



1 – контрольно-пропускний пункт; 2 – адміністративно-побутовий корпус; 3 – головний виробничий корпус; 4 – площа можливого розширення головного корпусу; 5,6 – площадки підпору; 7 – допоміжний виробничий корпус; 8 – очисні споруди оборотного водопостачання; 9 – відкрита стоянка з повітряним підігріванням

Рисунок 2.2 – Компонування генерального плану АТП [9]

2.3 Характеристика транспортної компанії EA LOGISTIC

Перелік найбільших або найвідоміших вантажних автопідприємств, що працюють у місті Дніпро, наступний:

1. Lemtrans (філія Дніпро). Одна з найбільших в Україні транспортно експедиторських компаній, має власний великий парк по Україні.
2. NIBULON. Великий аграрний логіст з власним автопарком (Scania, Volvo), представлений і в Дніпрі.

Виконав	Берестова Є.Д.							Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРБ 275 02 ПЗ

3. Raben Україна. Міжнародна логістика, сучасний автопарк, температурний контроль.

4. Neolit Логістик. Регулярні відправлення, надійний оператор з позитивними відгуками.

5. UTS (UTService). Вантажні перевезення 900+ видів вантажів, фури, тенти, рефрижератори.

6. Novitrans. Сучасний спецавтопарк: цистерни, зерновози, самоскиди тощо.

7. EA LOGISTIC. Працює і з невеликими домашніми переїздами, і з глобальними проектами логістики великих компаній.

Саме остання транспортна компанія обрана у якості об'єкту аналізу у даній КРБ.

Розмір автопарку EA LOGISTIC наступний. Автопарк партнерів налічує понад 8 000 машин (від бусових до рефрижераторів та тентів) — охоплює широкий спектр ВМД (вантажно-маркувальний довідник) [10].

Тарифи на перевезення представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Тарифи на перевезення компанії EA LOGISTIC

Вантажопідйомність	Стартова ціна
до 2,5 т	від 18 грн/км
до 5 т	від 28 грн/км
до 10 т	від 30 грн/км
до 22 т	від 40 грн/км

Стосовно місцевих тарифів, EA LOGISTIC має середні тарифи, збалансовує ціну / якість. EA LOGISTIC має понад 120 постійних клієнтів, серед яких такі відомі компанії, як Comfi, Roshen, Нова Пошта, Carlsberg, АТБ, Metro, Епіцентр. За 9 років роботи перевезли «тисячі тонн» вантажів — йдеться про багатотоннажні транспортні обсяги. У портфелі компанії присутні кейси з перевезення до 100 тонн за один маршрут [10].

Виконав	Берестова Є.Д.				КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш значні досягнення:

- 1) оперативна доставка 20 т техніки Київ Дніпро за 12 годин;
- 2) перевезли 100 т шоколаду Вінниця Київ за 1 день;
- 3) здійснили доставку 40 т коньяку з Вірменії до Одеси за 3 дні.

2.4 Планування технічного обслуговування АТП транспортної компанії EA LOGISTIC

Трудові і матеріальні витрати на підтримку рухомого складу в технічно справному стані значні й у кілька разів перевищують витрати на його виготовлення. Так за нормативний термін служби вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності, структура трудових витрат у відсотках від загальних витрат складає: технічне обслуговування (ТО) і технічний ремонт (ТР) – 91%; капітальний ремонт автомобіля й агрегатів – 7 %; виготовлення автомобіля – 2 %. Настільки високі витрати на ТО і ТР зв'язані з відставанням виробничо-технічної бази автомобільного транспорту по темпах росту від парку рухомого складу.

Технічне обслуговування і ремонт рухомого складу варто розглядати як один з головних напрямків технічного процесу при створенні і реконструкції ПТБ підприємств автомобільного транспорту.

Для розрахунку виробничої програми попередньо необхідно для даного автотранспортного підприємства вибрати нормативні значення пробігів рухомого складу до капітального ремонту (КР) і періодичності ТО-1 і ТО-2, які встановлені положенням для певних, найбільш типових умов, а саме: І категорії умов експлуатації, базових моделей автомобілів, помірного кліматичного району з помірною агресивністю навколишнього середовища.

В загальному випадку нормований пробіг $L_k = L_{ц}$ ($L_{ц}$ - цикловий пробіг) і періодичність ТО-1 та ТО-2 визначаються за допомогою коефіцієнтів, що враховують категорію умов експлуатації - k_1 ; модифікацію рухомого складу k_2 ; кліматичні умови k_3 , тобто:

$$L_{ц}' = L_{ц}^{(н)} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (2.1)$$

Виконав	Берестова Є.Д.				КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $L_{ц}^{(н)}$ - нормативний пробіг автомобіля до списання, км.

Вибір надійного тягача для магістральних перевезень — це фундамент успішного транспортного бізнесу. Сучасні виробники пропонують широкий вибір моделей, що поєднують потужність, економічність та комфорт. Проаналізувавши досвід компанії "Європа Авто", яка займається постачанням комерційної техніки, на озброєння компанії ЕА LOGISTIC пропонується взяти два з найкращих тягачів 2024 року [11].

1. Volvo FH16 750 (див. рис. 2.3)

Технічні характеристики [11]:

Потужність двигуна: 750 к.с.

Крутний момент: 3550 Нм.

Об'єм двигуна: 16,1 л.

Коробка передач: I-Shift з подвійним зчепленням.

Переваги:

Найвища потужність у класі.

Передова система безпеки.

Відмінна паливна економічність.

Оновлена аеродинаміка кабіни.

2. Mercedes-Benz Actros L (див. рис. 2.4)

Технічні характеристики [11]:

Потужність двигуна: 625 к.с.

Крутний момент: 3000 Нм.

Об'єм двигуна: 15,6 л.

Автоматизована КПП PowerShift 3.

Переваги:

Інноваційна система MirrorCam.

Розширена система допомоги водію.

Оптимізована аеродинаміка.

Високий рівень комфорту.

Вибір оптимальної моделі залежить від конкретних умов експлуатації, маршрутів перевезень та бізнес-завдань.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



Рисунок 2.3 – Тягач Volvo FH16 750 [11]



Рисунок 2.4 – Тягач Mercedes-Benz Actros L [11]

Виконав	Берестова Є.Д.				КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наразі в Україні парк вантажних автомобілів комерційного призначення оновлюється за рахунок сучасних моделей таких відомих виробників вантажівок, як DAF, Iveco, MAN, Mercedes, Scania, Volvo та інших. При цьому власники автотранспортних підприємств здійснюють вибір автомобілів, орієнтуючись на престиж марки, наявність тих або інших моделей на ринку, їх вартість і т.д. Але в процесі експлуатації виявляється, що придбаний автомобіль має великі в порівнянні з конкурентами експлуатаційні витрати, хоча і відповідає вимогам технологічного процесу перевезень. У більшості випадків це пов'язано або з відмовами автомобілів або з високою вартістю запасних частин, витратних і мастильних матеріалів. За таких умов, для суб'єктів підприємницької діяльності, які надають послуги з перевезення вантажів, актуальним питанням є аналіз та оцінка ефективності використання (експлуатації) наявних транспортних засобів [12].

Вплив вантажопідйомності автомобіля на продуктивність (див. рис. 2.5) показує, що продуктивність зростає з підвищенням вантажопідйомності автомобіля і зменшується зі збільшенням відстані їздки з вантажем. Встановлені в роботі [12] залежності собівартості транспортування вантажу для спеціалізованих автомобілів і вантажівок загального призначення (див. рис. 2.6 та 2.7) показують, що із збільшенням вантажопідйомності автомобіля собівартість знижується. Залежність раціональної вантажопідйомності автомобілів від відстані поїздки з вантажем показано на рисунку 2.8.

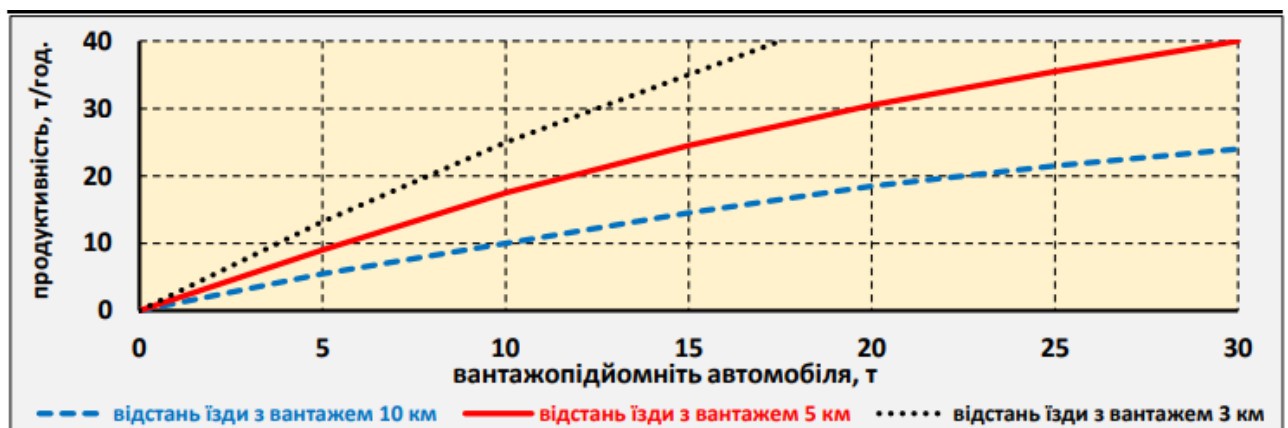


Рисунок 2.5 – Залежність продуктивності автомобіля від вантажопідйомності [12]

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

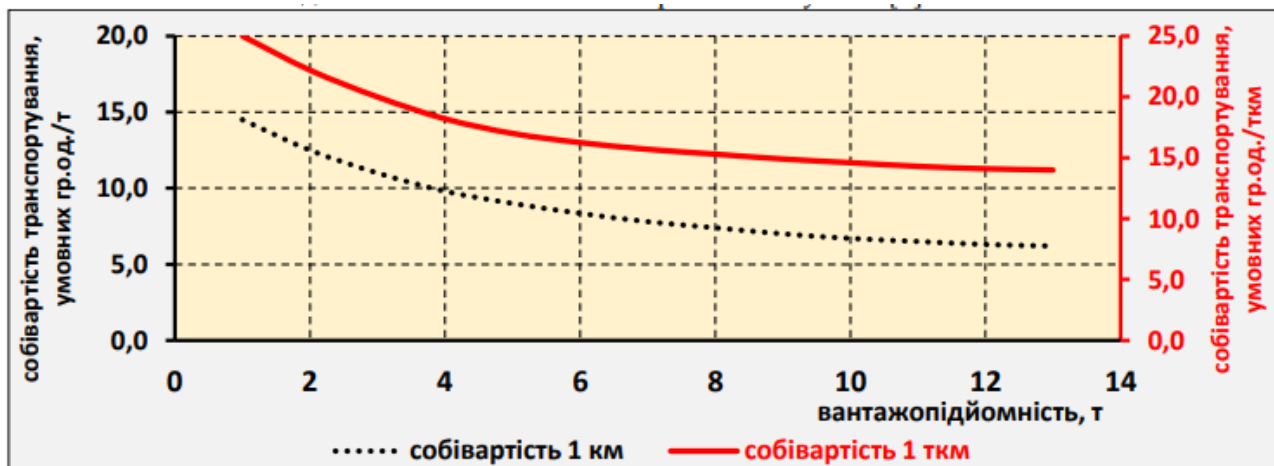


Рисунок 2.6 – Залежність собівартості транспортування від вантажопідйомності спеціалізованих автомобілів [12]

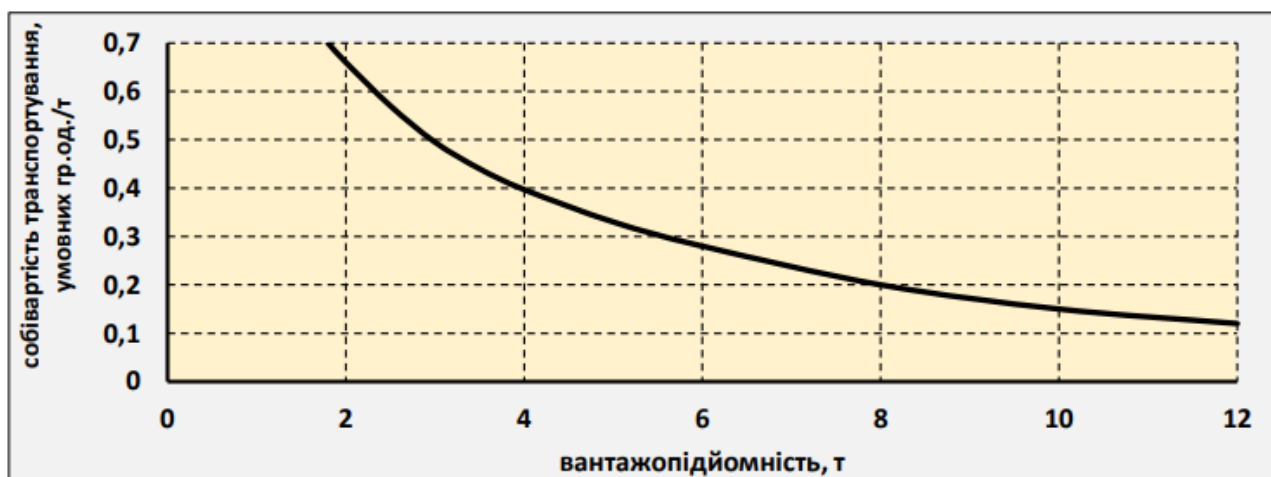


Рисунок 2.7 – Залежність собівартості транспортування від вантажопідйомності вантажних автомобілів загального призначення [12]

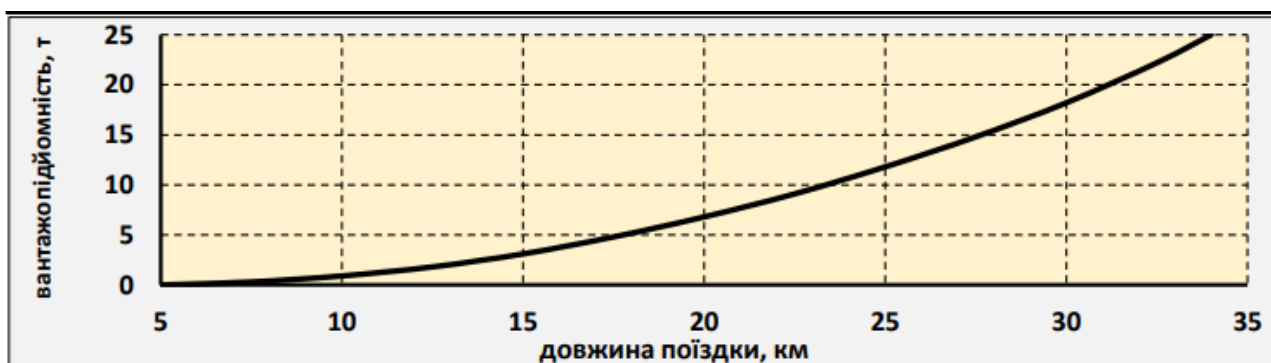


Рисунок 2.8 – Залежність вантажопідйомності автомобілів від відстані перевезень [12]

Збільшення провізної спроможності парку АТП сприяє зниженню питомих витрат за перевезення за умови максимальної зайнятості рухомого складу за інших рівних умов. Якщо рухомий склад простоє без роботи, це тягне значні витрати підприємства за одночасного недоотримання доходу.

Підприємство, що працює в автотранспортній галузі, має правильно визначати провізну можливість парку, а саме кількість автомобілів, необхідних для виконання заданого обсягу робіт у встановлені клієнтом терміни [13].

Забезпечення виконання замовлень у повному обсязі та в строк за мінімальних витрат може бути досягнуто створенням оптимальних провізних можливостей АТП та підвищенням їх ефективності.

Відповідно до рекомендацій [14], приймаємо:

- для Volvo FH16 750 - $k_1=0,8$; $k_2=1$; $k_3=1$; $L_{ц}^{(H)}=400000$ км.;
- для Mercedes-Benz Actros L - $k_1=0,8$; $k_2=1$; $k_3=1$; $L_{ц}^{(H)}=300000$ км.

Тоді пробіг до списання $L_{ц}$ дорівнює:

$$L_{ц}'_{Volvo FH16 750} = 400000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 320000 \text{ км};$$

$$L_{ц}'_{Mercedes-Benz Actros L} = 300000 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 240000 \text{ км}.$$

Кількість днів роботи автомобілів за цикл ($D_{ц}$) розраховується за формулою:

$$D_{ц} = L_{ц}' / l_{cd}, \text{ днів}, \quad (2.2)$$

де l_{cd} - середньодобовий пробіг автомобілів, км.

Кількість днів роботи автомобіля за цикл дорівнює:

$$D_{ц}_{Volvo FH16 750} = 320000 / 100 = 3200 \text{ днів};$$

$$D_{ц}_{Mercedes-Benz Actros L} = 240000 / 205 = 1171 \text{ днів}.$$

Скорегований пробіг до списання $L_{ц}$ дорівнює:

$$L_{ц}_{Volvo FH16 750} = 3200 \cdot 100 = 320000 \text{ км};$$

$$L_{ц}_{Mercedes-Benz Actros L} = 1171 \cdot 205 = 240055 \text{ км}.$$

Пробіг до ТО розраховується за формулою (L_i), км:

$$L_i' = L_i^{(H)} \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (2.3)$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де $L_i^{(H)}$ – нормативна періодичність ТО і-го виду (ТО-1 або ТО-2).

Приймаємо, згідно [14]:

$$L^{(H)}_{\text{ТО-1 Volvo FH16 750}} = 5000 \text{ км};$$

$$L^{(H)}_{\text{ТО-2 Volvo FH16 750}} = 20000 \text{ км};$$

$$L^{(H)}_{\text{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L}} = 4000 \text{ км};$$

$$L^{(H)}_{\text{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L}} = 16000 \text{ км}.$$

Тоді пробіг до $ТО_i$ дорівнює:

$$L'_{\text{ТО-1 Volvo FH16 750}} = 5000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L}} = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3200 \text{ км};$$

$$L'_{\text{ТО-2 Volvo FH16 750}} = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км};$$

$$L'_{\text{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L}} = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 12800 \text{ км}.$$

Кількість днів роботи автомобіля до ТО ($D_{\text{р}}^{\text{ТО}}$) розраховується за формулою:

$$D_{\text{р}}^{\text{ТО}} = L_i' / l_{\text{сд}}, \quad (2.4)$$

Кількість днів роботи до ТО дорівнює:

$$D_{\text{р}}^{\text{ТО-1 Volvo FH16 750}} = 4000/100 = 40 \text{ дн};$$

$$D_{\text{р}}^{\text{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L}} = 3200/205 = 16 \text{ дн};$$

$$D_{\text{р}}^{\text{ТО-2 Volvo FH16 750}} = 16000/100 = 160 \text{ дн};$$

$$D_{\text{р}}^{\text{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L}} = 12800/205 = 62 \text{ дн}.$$

Скорегований пробіг до ТО дорівнює (L_i), км:

$$L_{\text{ТО-1 Volvo FH16 750}} = 40 \cdot 100 = 4000 \text{ км};$$

$$L_{\text{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L}} = 16 \cdot 205 = 3280 \text{ км};$$

$$L_{\text{ТО-2 Volvo FH16 750}} = 160 \cdot 100 = 16000 \text{ км};$$

$$L_{\text{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L}} = 62 \cdot 205 = 12710 \text{ км}.$$

Розрахунок виробничої програми по кількості впливів за цикл виконаємо наступним чином. Число технічних впливів на один автомобіль за цикл визначається відношенням циклового пробігу до пробігу з урахуванням даного виду впливу. Тому що цикловий пробіг $L_{\text{ц}}$ у даній методиці розрахунку прийнятий рівним пробігу $L_{\text{к}}$ автомобіля до КР, то число КР одного автомобіля за цикл буде дорівнювати одиниці, тобто $N_{\text{ц}} = N_{\text{КР}} = 1$ ($N_{\text{ц}}$ - число списань автомобіля, тому що цикловий пробіг дорівнює пробігу до списання). При

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
		Дата						

пробігу, рівному $L_{ц}$, чергове (останнє) за цикл ТО-2 не проводиться й автомобіль направляється на списання (або в КР). Прийнято, що ЩО розділяється на ЩО_с (виконуване щодня) і ЩО_т (виконуване перед ТО й ПР). Прийнято також, що в ТО-2 не входить ТО-1.

Таким чином число ТО-1 ($N_{ТО-1ц}$), ТО-2 ($N_{ТО-2ц}$), ЩО_с ($N_{ЩОс ц}$), ЩО_т ($N_{ЩОт ц}$) за цикл на один автомобіль розраховується за формулами:

$$N_{ТО-1ц} = (L_{ц}/L_{ТО-1}) - N_{ц}, \quad (2.5)$$

$$N_{ТО-2ц} = (L_{ц}/L_{ТО-2}) - N_{ц}, \quad (2.6)$$

$$N_{ЩОс ц} = L_{ц}/l_{сс}, \quad (2.7)$$

$$N_{ЩОт ц} = (N_{ТО-1} + N_{ТО-2}) \cdot 1,6, \quad (2.8)$$

де 1,6 - коефіцієнт, що враховує вплив технічних ЩО при ПР.

Число ТО-1 ($N_{ТО-1ц}$), ТО-2 ($N_{ТО-2ц}$), ЩО_с ($N_{ЩОс ц}$), ЩО_т ($N_{ЩОт ц}$) дорівнює:

$$N_{ТО-1 Volvo FH16 750} = (320000/4000) - 1 = 79 \text{ од.};$$

$$N_{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L} = (240055/3280) - 1 = 72 \text{ од.};$$

$$N_{ТО-2 Volvo FH16 750} = (320000/16000) - 1 = 19 \text{ од.};$$

$$N_{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L} = (240055/12710) - 1 = 18 \text{ од.};$$

$$N_{ЩОс Volvo FH16 750} = 320000/100 = 32000 \text{ од.};$$

$$N_{ЩОс Mercedes-Benz Actros L} = 240055/205 = 1171 \text{ од.};$$

$$N_{ЩОт Volvo FH16 750} = (79 + 19) \cdot 1,6 = 110 \text{ од.};$$

$$N_{ЩОт Mercedes-Benz Actros L} = (72 + 18) \cdot 1,6 = 144 \text{ од.}$$

Розрахунок виробничої програми по кількості впливів за рік. Буде наступним. Тому що пробіг автомобіля за рік відрізняється від його пробігу за цикл, а виробничу програму підприємства звичайно розраховують за рік, то для визначення числа ТО за рік необхідно зробити відповідний перерахунок отриманих значень $N_{ТО-1}$, $N_{ТО-2}$, $N_{ЩОс}$, $N_{ЩОт}$ за цикл до значень $N_{ТО-1р}$, $N_{ТО-2р}$, $N_{ЩОср}$, $N_{ЩОтр}$ за рік розраховується за формулами:

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$N_{TO-1p}=(L_T/L_{TO-1})\cdot N_{год}, \quad (2.9)$$

$$N_{TO-2p}=(L_T/L_{TO-2})\cdot N_{год}, \quad (2.10)$$

$$N_{ЩОср}=L_T/L_{сд}, \quad (2.11)$$

$$N_{ЩОтр}=(N_{TO-1}+N_{TO-2})\cdot 1,6, \quad (2.12)$$

де L_T -річний пробіг автомобіля, км.;

$N_{рік}$ -кількість списань автомобіля за рік, од.

Річний пробіг автомобіля розраховується за формулою:

$$L_T= l_{сд}\cdot D_{роб}\cdot \alpha_T, \quad (2.13)$$

де $D_{роб}$ -кількість днів роботи автомобіля на рік, $D_{роб}=357$;

α_T -коефіцієнт технічної готовності автомобіля.

При проектуванні АТП α_T розраховується за формулою:

$$\alpha_T= \frac{1}{1+l_{сд}\cdot \left(\frac{D_{ТО-ПП}\cdot k_2}{1000} + \frac{D_{КР}}{L_{ц}} \right)}, \quad (2.14)$$

де $D_{ТО-ПП}$ -кількість днів простою автомобіля в ТО й ПР на 1000 км пробігу, приймаємо згідно [14]

$D_{ТО-ПП} \text{ Volvo FH16 750 } =0,45$;

$D_{ТО-ПП} \text{ Mercedes-Benz Actros L } =0,43$;

$D_{КР}$ -кількість днів простою в КР, приймаємо: $D_{КР}=25$ днів.

Коефіцієнт α_T дорівнює:

$$\alpha_T \text{ Volvo FH16 750 } = \frac{1}{1+205\cdot \left(\frac{0,45\cdot 1}{1000} + \frac{25}{320005} \right)} = 0,952 ;$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\alpha_{\text{T Mercedes-Benz Actros L}} = \frac{1}{1 + 205 \cdot \left(\frac{0,43 \cdot 1}{1000} + \frac{25}{240055} \right)} = 0,901 .$$

Річний пробіг автомобіля дорівнює:

$$L_{\text{T Volvo FH16 750}} = 100 \cdot 357 \cdot 0,952 = 33986 \text{ км};$$

$$L_{\text{T Mercedes-Benz Actros L}} = 205 \cdot 357 \cdot 0,901 = 65940 \text{ км}.$$

Тоді кількість $N_{\text{TO-1p}}$, $N_{\text{TO-2p}}$, $N_{\text{ЩОср}}$, $N_{\text{ЩОтр}}$:

$$N_{\text{p Volvo FH16 750}} = 33986 / 320000 = 0,106;$$

$$N_{\text{p Mercedes-Benz Actros L}} = 65940 / 240055 = 0,275;$$

$$N_{\text{TO-2p Volvo FH16 750}} = 33986 / 16000 - 0,106 = 2 \text{ од.};$$

$$N_{\text{TO-2p Mercedes-Benz Actros L}} = 65940 / 12710 - 0,275 = 5 \text{ од.};$$

$$N_{\text{TO-1p Volvo FH16 750}} = 33986 / 4000 - 0,106 = 8 \text{ од.};$$

$$N_{\text{TO-1p Mercedes-Benz Actros L}} = 65940 / 3280 - 0,275 = 20 \text{ од.};$$

$$N_{\text{ЩОср Volvo FH16 750}} = 33986 / 100 = 340 \text{ од.};$$

$$N_{\text{ЩОср Mercedes-Benz Actros L}} = 65940 / 205 = 322 \text{ од.};$$

$$N_{\text{ЩОтр Volvo FH16 750}} = (8 + 2) \cdot 1,6 = 16 \text{ од.};$$

$$N_{\text{ЩОтр Mercedes-Benz Actros L}} = (20 + 5) \cdot 1,6 = 40 \text{ од.}$$

Далі знайдемо кількість ТО для груп автомобілів за формулою (N_{TOi}), од:

$$N_{\text{TOi}} = N_{\text{TOi г}} \cdot A_{\text{ц}}, \quad (2.15)$$

де $A_{\text{ц}}$ – облікова кількість автомобілів, од.

Кількість ТО для груп автомобілів N_{TOi} :

$$N_{\text{TO-2 Volvo FH16 750}} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ од};$$

$$N_{\text{TO-2 Mercedes-Benz Actros L}} = 60 \cdot 5 = 300 \text{ од.}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Наступним кроком встановимо кількість діагностичних впливів за рік по марках автомобілів. Діагностування як окремий вид обслуговування не планується, і роботи з діагностування рухомого складу входять в обсяг робіт ТО й ПР.

Виконав	Берестова Є.Д.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 02 ПЗ

Таблиця 2.2 – Кількість ТО для груп автомобілів за рік

Показник	Volvo FH16 750	Mercedes-Benz Actros L	Разом по АТП
N _{ТО-2}	20	300	320
N _{ТО-1}	80	1200	1280
N _{ЩОс}	3400	19320	22720
N _{ЩОт}	160	2400	2560

Діагностування Д1 призначене головним чином для визначення технічного стану агрегатів, вузлів і систем автомобіля, що забезпечують безпеку руху. Д1 передбачається для автомобілів при ТО-1, після ТО-2 (по вузлах і системах, що забезпечують безпеку руху, для перевірки якості робіт і заключних регулювань) і при ПР. Кількість автотранспортних засобів, які діагностуються при ПР відповідно до даних і норма проектування ОНТП-АТП-СТО-80, прийнято рівним 10% від програми ТО-1 за рік. Діагностування Д2 призначене для визначення потужних та економічних показників автомобіля, а також для виявлення обсягів ПР. Д2 проводиться з періодичністю ТО-2 і в окремих випадках при ПР. Кількість автомобілів, які діагностуються при ПР прийнято рівним 20% від річної програми ТО-2. Таким чином, кількість Д1 (N_{Д-1}) і Д2 (N_{Д-2}) розраховується за формулами:

$$\sum N_{Д-1} = 1,1 \cdot N_{ТО-1} + N_{ТО-2}, \quad (2.16)$$

$$\sum N_{Д-2} = 1,2 \cdot N_{ТО-2}, \quad (2.17)$$

де 1,1 й 1,2 - коефіцієнти враховуюче число автомобілів, які діагностуються при ПР.

Кількість діагностичних впливів $\sum N_{Д-1}$, $\sum N_{Д-2}$ дорівнює:

$$\sum N_{Д-1 \text{ Volvo FH16 750}} = 1,1 \cdot 80 + 20 = 110 \text{ од};$$

$$\sum N_{Д-1 \text{ Mercedes-Benz Actros L}} = 1,1 \cdot 1200 + 300 = 1650 \text{ од};$$

$$\sum N_{Д-2 \text{ Volvo FH16 750}} = 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ од};$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\sum N_{Д-2 \text{ Mercedes-Benz Actros L}} = 1,2 \cdot 300 = 360 \text{ од.}$$

Визначення добової програми по технічному обслуговуванню та діагностуванню виконаємо наступним чином. Добова виробнича програма є критерієм вибору методу організації ТО (на універсальних постах або потокових лініях) і служить вихідним показником для розрахунку числа постів ТО. По видах ТО та діагностиці добова виробнича програма розраховується по формулі:

$$N_{\text{добті}} = N_{\text{річнаі}} / D_{\text{роб}}, \quad (2.18)$$

По видах ТО й діагностиці $N_{\text{добі}}$ дорівнює:

$$N_{\text{добТО-2 Volvo FH16 750}} = 20/357 = 0,06 \text{ од.}$$

$$N_{\text{добТО-2 Mercedes-Benz Actros L}} = 300/357 = 0,8 \text{ од.}$$

Результати обчислень заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Добова програма з ТО та діагностики

Показник	Volvo FH16 750	Mercedes-Benz Actros L	Разом по АТП
$N_{\text{добТО-2, од}}$	0,06	0,8	1
$N_{\text{добТО-1, од}}$	0,22	3,36	4
$N_{\text{добД-1, од}}$	0,3	4,6	5
$N_{\text{добД-2, од}}$	0,07	1,01	1

Після цього розрахуємо річний обсяг робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту. Спочатку визначимо нормативну трудомісткість ТО. Розрахункова нормативна скоректована трудомісткість ЩО_c й ЩО_T (у людино-годинах) розраховується за формулою:

$$t_{\text{ЩО}_c} = t^{(H)}_{\text{ЩО}_c} \cdot k_2, \quad (2.19)$$

$$t_{\text{ЩО}_T} = t^{(H)}_{\text{ЩО}_T} \cdot k_2, \quad (2.20)$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

де $t^{(H)}_{ЩОс}$, $t^{(H)}_{ЩОт}$ -нормативна трудомісткість $ЩОс$ й $ЩОт$, люд·год.

Приймаємо згідно [13]: $t^{(H)}_{ЩОс Volvo FH16 750} = 1,2$ люд·год; $t^{(H)}_{ЩОс Mercedes-Benz Actros L} = 0,2$ люд·год; $t^{(H)}_{ЩОт} = 0,5 t^{(H)}_{ЩОс}$.

Скоректована нормативна трудомісткість $ЩО$ дорівнює:

$$t_{ЩОс Volvo FH16 750} = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ люд·год};$$

$$t_{ЩОс Mercedes-Benz Actros L} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ люд·год};$$

$$t_{ЩОт Volvo FH16 750} = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ люд·год};$$

$$t_{ЩОт Mercedes-Benz Actros L} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ люд·год};$$

$$t_{ЩО Volvo FH16 750} = 0,4 + 0,2 = 1,8 \text{ люд·год};$$

$$t_{ЩО Mercedes-Benz Actros L} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ люд·год}.$$

Скоректована нормативна трудомісткість $ТО-1$ і $ТО-2$ розраховується за формулою:

$$t_i = t^{(H)}_i \cdot k_2 \cdot k_4, \quad (2.21)$$

де $t^{(H)}_i$ - нормативна трудомісткість $ТО-1$ і $ТО-2$, люд·год.;

k_4 -коефіцієнт – коефіцієнт який враховує число технологічно сумісних груп ПС, приймаємо згідно [14] $k_4 = 1,19$.

Скоректована нормативна трудомісткість $ТО-1$ і $ТО-2$ дорівнює:

$$t_{ТО-1 Volvo FH16 750} = 13,5 \cdot 1 \cdot 1,19 = 16,07 \text{ люд·год};$$

$$t_{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L} = 3,4 \cdot 1 \cdot 1,19 = 4,05 \text{ люд·год};$$

$$t_{ТО-2 Volvo FH16 750} = 47 \cdot 1 \cdot 1,19 = 55,93 \text{ люд·год};$$

$$t_{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L} = 13,8 \cdot 1 \cdot 1,19 = 16,42 \text{ люд·год}.$$

Питома скоректована нормативна трудомісткість $ПР$ ($t_{ПР}$) визначається по формулі [14], людино/годин на 1000 км пробігу:

$$t_{ПР} = t^{(H)}_{ПР} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.22)$$

де $t^{(H)}_{ПР}$ - питома нормативна трудомісткість $ПР$,

$$t^{(H)}_{ПР Volvo FH16 750} = 11 \text{ люд·год/1000 км};$$

$$t^{(H)}_{ПР Mercedes-Benz Actros L} = 6 \text{ люд·год/1000 км};$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

k_5 - коефіцієнт враховуючий умови зберігання, $k_5=0,99$ (відкрите зберігання автомобілів з обліком того, що частина з них перебуває в ТО, ПР).

Питома нормативна скоректована трудомісткість ($t_{\text{ПР}}$) дорівнює:

$$t_{\text{ПР Volvo FH16 750}} = 11 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 0,99 = 15,5 \text{ люд} \cdot \text{год} / 1000 \text{ км};$$

$$t_{\text{ПР Mercedes-Benz Actros L}} = 6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 0,99 = 8,5 \text{ люд} \cdot \text{год} / 1000 \text{ км}.$$

Визначення річного обсягу робіт з ТО й ПР виконаємо так. Обсяг робіт по ЩО_c , ЩО_T , ТО-1 і ТО-2 ($T_{\text{ЩО}_c}$, $T_{\text{ЩО}_T}$, $T_{\text{ТО-1}}$, $T_{\text{ТО-2}}$) за рік визначається добутком числа ТО на нормативне скоректоване значення трудомісткості даного виду ТО та розраховується за формулою:

$$T_{\text{ЩО,ТО}} = N_{\text{ЩО,ТО}} \cdot t_i, \quad (2.23)$$

$$T_{\text{ЩО}_c \text{ Volvo FH16 750}} = 3400 \cdot 1,2 = 4080 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

$$T_{\text{ЩО}_c \text{ Mercedes-Benz Actros L}} = 19320 \cdot 0,2 = 3864 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

Річний обсяг робіт по ПР дорівнює:

$$T_{\text{ПР}} = L_p \cdot A_u \cdot t_{\text{ПР}} / 1000, \quad (2.24)$$

$$T_{\text{ПР Volvo FH16 750}} = 15,5 \cdot 33986 \cdot 10 / 1000 = 5268 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

$$T_{\text{ПР Mercedes-Benz Actros L}} = 8,5 \cdot 65940 \cdot 60 / 1000 = 33629 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

Результати обчислень зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Річний обсяг робіт по ТО й ПР

Показник	Volvo FH16 750	Mercedes-Benz Actros L	Усього по АТП
$T_{\text{ЩО}_c}$, люд·год	4080	3864	7944
$T_{\text{ЩО}_T}$, люд·год	96	240	336
$T_{\text{ТО-1}}$, люд·год	1328	4860	6188
$T_{\text{ТО-2}}$, люд·год	1119	4926	6045
$T_{\text{ПР}}$, люд·год	5268	33629	38897

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Сумарна трудомісткість ТО й ПР дорівнює:

$$\Sigma_{\text{ТО-ПР}} = 7944 + 336 + 6188 + 6045 + 38897 = 59410 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Розподіл обсягу робіт ТО й ПР по виробничих зонах та ділянкам. Розподіл обсягу робіт ЩО, ТО й ПР по видах робіт %, згідно ОНТП-01-91 розраховуємо в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розподіл обсягу робіт ЩО, ТО й ПР по видах робіт

Вид робіт ТО й ПР	Volvo FH16 750		Mercedes-Benz Actros L	
	%	Трудомісткість, люд·год	%	Трудомісткість, люд·год
1	2	3	4	5
ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ				
ЩО _с (виконуються щодня):				
- прибиральні	20	816	14	540,96
- мийні	10	408	9	347,76
- заправні	11	448,8	14	540,96
- контрольно-діагностичні	12	489,6	16	618,24
- ремонтні	47	1917,6	47	1816,08
Разом:	100	4080	100	3864
ЩО _т (виконуються перед ТО і ПР):				
- прибиральні	55	52,8	40	86,4
- мийні	45	43,2	60	129,6
Разом:	100	96	100	216
ТО-1:				
- загальне діагностування Д1	8	106,24	10	486
-кріпильні, регулювальні, мастильні	92	1221,76	90	4374
Разом:	100	1328	100	4860
ТО-2:				
- поглиблене діагностування	7	78,33	10	492,6
- кріпильні, регулювальні, мастильні	93	1040,67	90	4433,4
Разом:	100		100	4926
ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ				
Постові роботи:				
- загальне діагностування Д1	1	52,68	1	336,29
- поглиблене діагностування Д2	1	52,68	1	336,29

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
-регулювальні, розбірно- складальні	27	1422,36	35	11770,15
-зварювальні: а) з металевим кузовом б) з метало- дерев'яним в) з дерев'яним	5 - -	263,4 - -	4 - -	1345,16 - -
-бляхарські: а) з металевим кузовом б) з метало- дерев'яним в) з дерев'яним	2 - -	105,36 - -	3 - -	1008,87 - -
- деревообробні: а) з метало- дерев'яним б) з дерев'яним	- -	- -	- -	- -
- фарбувальні	8	421,44	6	2017,74
Разом по постах:	44	2317,92	50	16814,5
Дільничні роботи:				
- агрегатні	17	895,56	18	6053,22
-слюсарно- механічні	8	421,44	10	3362,9
- електротехнічні	7	368,76	5	1681,45
- акумуляторні	2	105,36	2	672,58
- ремонт приладів системи живлення	3	158,04	4	1345,16
- шиномонтажні	2	105,36	1	336,29
- вулканізаційні	1	52,68	1	336,29
- ковальсько- ресорні	3	158,04	3	1008,87
- мідницькі	2	105,36	2	952,84
- зварювальні	2	105,36	1	336,29
- бляхарські	2	105,36	1	336,29
- арматурні	3	158,04	1	336,29
- оббійні	3	158,04	1	336,29
Разом по ділянках:	56	2950,08	50	16814,5
Всього по ТР	100	5268	100	33629

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

Річний обсяг допоміжних робіт складає:

$$T_{\text{доп}} = 0,25 \cdot \sum T_{\text{ТО-ПР}}, \quad (2.25)$$

Річний обсяг $T_{\text{доп}}$ дорівнює:

$$T_{\text{доп}} = 0,25 \cdot 59410 = 14852,5 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Розподіл обсягу допоміжних робіт по видам розраховуємо в таблиці 2.6 (по ОНТП-01-91) [14].

Таблиця 2.6 – Розподіл обсягу допоміжних робіт з видів робіт

Вид робіт	%	Трудомісткість, люд·год
Ремонт й обслуговування технологічного встаткування, оснащення, інструмента	20	2970,5
Ремонт й обслуговування інженерного встаткування, мереж і комунікацій	15	2227,875
Транспортні	10	1485,25
Перегін автомобілів	15	2227,875
Приймання, зберігання й видача матеріальних цінностей	15	2227,875
Збирання виробничих приміщень і територій	20	2970,5
Обслуговування компресорного встаткування	5	742,625
Разом:	100	14852,5

Далі виконаємо розрахунок чисельності робітників необхідних для виконання виробничих процесів. До робітників необхідних для виконання виробничих процесів відносяться робітники зон і ділянок, безпосередньо виконуючі роботи з ТО й ПР. Розрізняють технологічно необхідне (явочне) і штатне (облікове) число робітників.

Технологічно необхідне число робітників забезпечує виконання добової, а штатне - річної виробничої програми по ТО й ПР [14].

Технологічно необхідне (P_T) і штатне ($P_{\text{шт}}$) число робітників розраховується за формулами:

Виконав	Берестова Є.Д.				КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_T = T_{\text{годі}} / \Phi_T, \quad (2.26)$$

$$P_{\text{ш}} = T_{\text{годі}} / \Phi_{\text{ш}}, \quad (2.27)$$

де $T_{\text{годі}}$ - річний обсяг робіт по зоні ТО и ПР або ділянці, люд·год;

Φ_T - річний фонд часу технологічно необхідного робітника, год;

$\Phi_{\text{ш}}$ - річний фонд часу штатного робітника, год.

На практиці проектування для розрахунку технологічно необхідного числа робітників річний фонд часу Φ_T приймають 2070 год. – для виробництва з нормальними умовами праці, 1830 год. - для виробництва з шкідливими умовами праці [14]. Річний фонд часу штатного робітника визначає фактичний час який відпрацьовано виконавцем безпосередньо на робочому місці. Фонд часу штатного робітника $\Phi_{\text{ш}}$ менше фонду технологічного робітника Φ_T за рахунок вихідних, святкових днів, відпусток і невиходів робітників по поважних причинах (виконання державних обов'язків, по хворобах й ін.), приймаємо: $\Phi_{\text{шм}}=1610$ год. - для малярів; $\Phi_{\text{шост}}=1820$ год. - для всіх інших робітників [14].

Для зони ЩО кількість робітників дорівнює:

$$P_T = (4080 + 3864 + 96 + 240) / 2070 = 4 \text{ чол.};$$

$$P_{\text{ш}} = (4080 + 3864 + 96 + 240) / 1820 = 5 \text{ чол.}$$

Для зони ТО-1 кількість робітників дорівнює:

$$P_T = (1328 + 4860) / 2070 = 3 \text{ чол.};$$

$$P_{\text{ш}} = (1328 + 4860) / 1820 = 4 \text{ чол.}$$

Для зони ТО-2 кількість робітників дорівнює:

$$P_T = (1119 + 4926) / 2070 = 3 \text{ чол.};$$

$$P_{\text{ш}} = (1119 + 4926) / 1820 = 4 \text{ чол.}$$

Річний фонд часу технологічного робітника на постах ПР розраховується за формулою:

$$\Phi_T = (\Phi_{T \text{ н.у.}} \cdot a + \Phi_{T \text{ вр. в.}} \cdot b) / (a + b), \quad (2.28)$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де a, b -число робіт з нормальними й шкідливими умовами праці.

Річний фонд часу Φ_T на постах ПР:

$$\Phi_T \text{ Volvo FH16 750} = (2070 \cdot 31 + 1830 \cdot (5+8)) / 44 = 1999 \text{ год};$$

$$\Phi_T \text{ Mercedes-Benz Actros L} = (2070 \cdot 40 + 1830 \cdot (4+6)) / 50 = 2022 \text{ год.}$$

Річний фонд часу штатного робітника на постах ПР розраховується по формулі:

$$\Phi_{\text{ш}} = (\Phi_{\text{ш ост}} \cdot i_3 + \Phi_{\text{ш м}} \cdot d) / (c+d), \quad (2.29)$$

де c, d -кількість робіт всіх робітників і малярів, %.

Річний фонд часу $\Phi_{\text{ш}}$ на постах ПР:

$$\Phi_{\text{ш Volvo FH16 750}} = (1820 \cdot 36 + 1610 \cdot 8) / 44 = 1782 \text{ год};$$

$$\Phi_{\text{ш Mercedes-Benz Actros L}} = (1820 \cdot 44 + 1610 \cdot 6) / 50 = 1795 \text{ год.}$$

Для постів ПР кількість робітників дорівнює:

$$P_T \text{ Volvo FH16 750} = 2317,92 / 1999 = 2 \text{ чол};$$

$$P_T \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 16814,5 / 2022 = 9 \text{ чол};$$

$$P_{\text{ш Volvo FH16 750}} = 2317,92 / 1782 = 2 \text{ чол};$$

$$P_{\text{ш Mercedes-Benz Actros L}} = 16814,5 / 1795 = 10 \text{ чол.}$$

Річний фонд часу технологічного робітника на ділянки ТР розраховується за формулою (2.28):

$$\Phi_{\text{ТИкарус}} = (2070 \cdot 47 + 1830 \cdot (2+3+2+2)) / 56 = 2031,4 \text{ год};$$

$$\Phi_T \text{ Mercedes-Benz Actros L A3} = (2070 \cdot 42 + 1830 \cdot (2+3+2+1)) / 50 = 2031,6 \text{ год.}$$

2.5 Розрахунок постів і потокових ліній транспортної компанії ЕА LOGISTIC

Вихідними величинами для розрахунку кількості постів обслуговування є: ритм виробництва та такт поста.

Ритм виробництва R_i - цей час, що доводиться в середньому на випуск одного автомобіля з даного виду ТО, або інтервал часу між випусками двох автомобілів, що обслуговуються послідовно в даній зоні [14]:

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

$$R_i = 60 \cdot T_{зм} \cdot c / (N_{ic} \cdot \varphi), \quad (2.30)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, год.;

c - число змін

N_{ic} - добова виробнича програма, од;

φ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність надходження автомобілів на пост.

Такт поста τ_i являє собою час зайнятості поста. Він складається із часу простою автомобіля під обслуговуванням на даному пості й часу, пов'язаного з установкою автомобіля на пост, вивішуванням його на підйомнику й т.д. [14]:

$$\tau_i = 60 \cdot t_i / P_{п} + t_{п}, \quad (2.31)$$

де t_i - трудомісткість робіт даного виду обслуговування, виконуваного на пості, люд· год;

$t_{п}$ - час, затрачуваний на пересування автомобіля при установці його на пост і з'їзд з поста, хв;

$P_{п}$ - число працівників, що одночасно працюють на пості.

Для розрахунку ритму виробництва приймаємо [13]: $T_{зм}=7$ год., $c=2$ - для всіх постів, $\varphi_{шо}=1,4$; $\varphi_{то,д}=1,4$.

Ритм виробництва R_i , згідно формули (2.30):

$$R_{ЩОс Volvo FH16 750} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (3400 / 357 \cdot 1,4) = 62,7 \text{ хв};$$

$$R_{ЩОс Mercedes-Benz Actros L 3} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (19320 / 357 \cdot 1,4) = 11,1 \text{ хв};$$

$$R_{ЩОт Volvo FH16 750} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (160 / 357 \cdot 1,4) = 1354,8 \text{ хв};$$

$$R_{ЩОт Mercedes-Benz Actros L 3} = 60 \cdot 7 \cdot 2 / (2400 / 357 \cdot 1,4) = 89,3 \text{ хв};$$

$$R_{ТО-1 Volvo FH16 750} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (80 / 357 \cdot 1,4) = 1548,3 \text{ хв};$$

$$R_{ТО-1 Mercedes-Benz Actros L 3} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (1200 / 357 \cdot 1,4) = 102,2 \text{ хв};$$

$$R_{ТО-2 Volvo FH16 750} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (20 / 357 \cdot 1,4) = 6000 \text{ хв};$$

$$R_{ТО-2 Mercedes-Benz Actros L MA3} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (300 / 357 \cdot 1,4) = 406,7 \text{ хв};$$

$$R_{Д-1 Volvo FH16 750} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (110 / 357 \cdot 1,4) = 1090,9 \text{ хв};$$

$$R_{Д-1 Mercedes-Benz Actros L 3} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (1650 / 357 \cdot 1,4) = 73,8 \text{ хв};$$

Виконав	Берестова Є.Д.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 02 ПЗ

$$R_{Д-2} \text{ Volvo FH16 750} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (24/357 \cdot 1,4) = 5333,3 \text{ хв};$$

$$R_{Д-2} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (360/357 \cdot 1,4) = 340,4 \text{ хв}.$$

Для розрахунку такту поста приймаємо [13]: $t_{п}=2$ хв; такт поста τ_i згідно формули (2.31) дорівнює:

$$\tau_{ЩО} \text{ Volvo FH16 750} = 60 \cdot 1,8/4 + 2 = 29 \text{ хв};$$

$$\tau_{ЩО} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 60 \cdot 0,3/4 + 2 = 6,5 \text{ хв};$$

$$\tau_{ТО-1} \text{ Volvo FH16 750} = 60 \cdot 16,07 \cdot 0,92/2 + 2 = 445,5 \text{ хв};$$

$$\tau_{ТО-1} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 60 \cdot 4,05 \cdot 0,9/2 + 2 = 111,35 \text{ хв};$$

$$\tau_{ТО-2} \text{ Volvo FH16 750} = 60 \cdot 55,93 \cdot 0,93/2 + 2 = 1562,4 \text{ хв};$$

$$\tau_{ТО-2} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 60 \cdot 16,42 \cdot 0,9/2 + 2 = 446 \text{ хв}.$$

Кількість постів обслуговування $X_{ТО}$ дорівнює:

$$X_{ЩО} \text{ Volvo FH16 750} = 29/1417,5 = 0,02 = 1 \text{ од};$$

$$X_{ЩО} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 6,5/100,4 = 0,06 = 1 \text{ од};$$

$$X_{ТО-1} \text{ Volvo FH16 750} = 445,5/1548,3 = 0,28 = 1 \text{ од};$$

$$X_{ТО-1} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 111,35/102,2 = 1,08 = 2 \text{ од};$$

$$X_{ТО-2} \text{ Volvo FH16 750}_{yc} = 1562,4 / 6000 = 0,26 = 1 \text{ од};$$

$$X_{ТО-2} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 446/406,7 = 1,09 = 2 \text{ од}.$$

Розрахунок поточкових ліній періодичної дії відбувається так. Такі лінії використовуються в основному для ТО-1 і ТО-2. Вихідною величиною, що характеризує потік періодичної дії, є такт лінії. Під тактом лінії розуміють інтервал часу між двома автомобілями, що послідовно сходять із лінії і що пройшли даний вид обслуговування. Такт лінії $\tau_{л}$ розраховується за формулою:

$$\tau_{л} = 60 \cdot t_i / P_{л} + t_{п}, \quad (2.33)$$

де t_i -трудомісткість робіт ТО, люд· год;

$P_{л}$ -загальне число технологічно необхідних робітників працюючих на лінії обслуговування;

$t_{п}$ -час пересування автомобіля з поста на пост, хв.

Кількість робітників на лінії обслуговування розраховується за формулою [14]:

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$P_{\text{л}} = x_{\text{л}} \cdot P_{\text{ср}}, \quad (2.34)$$

де $P_{\text{ср}}$ - середнє число робітників на пості лінії обслуговування;

$x_{\text{л}}$ - число постів на лінії, од.

Приймаємо згідно [13]: $P_{\text{срТО-1}} = P_{\text{срТО-2}} = 2$ чол; $x_{\text{лТО-1}} = x_{\text{лТО-2}} = 3$ од.

При використанні конвеєра час пересування з поста на піст розраховується за формулою [14]:

$$t_{\text{п}} = (L_{\text{а}} + a) / V_{\text{к}}, \quad (2.35)$$

де $L_{\text{а}}$ - габаритна довжина автомобіля;

a - відстань між автомобілями, що стоять на двох послідовних постах, м

$V_{\text{к}}$ - швидкість пересування автомобіля конвеєром, м/хв.

Час пересування $t_{\text{п}}$ дорівнює:

$$t_{\text{п Volvo FH16 750 c}} = (16,5 + 1,5) / 9 = 2 \text{ хв};$$

$$t_{\text{п Mercedes-Benz Actros L}} = (7,4 + 1,5) / 9 = 1 \text{ хв}.$$

Такт лінії $\tau_{\text{л}}$ дорівнює:

$$\tau_{\text{л Volvo FH16 750}} = 60 \cdot 16,07 / (3 \cdot 2) + 2 = 162,7;$$

$$\tau_{\text{л Mercedes-Benz Actros L}} = 60 \cdot 4,05 / (3 \cdot 2) + 1 = 41,5.$$

Ритм лінії $R_{\text{л}}$ розраховується відповідно до формули (2.30):

$$R_{\text{л Volvo FH16 750}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (0,22 \cdot 1,25) = 1746 \text{ хв};$$

$$R_{\text{л Mercedes-Benz Actros L}} = 60 \cdot 8 \cdot 1 / (3,36 \cdot 1,25) = 114,2 \text{ хв}.$$

Кількість ліній обслуговування $m_{\text{л}}$ розраховується по формулі [14]:

$$m_{\text{л}} = \tau_{\text{л}} / R_{\text{л}}, \quad (2.36)$$

Кількість ліній: $m_{\text{л Volvo FH16 750}} = 162,7 / 1746 = 0,09$; $m_{\text{л Mercedes-Benz Actros L}} = 41,5 / 114,2 = 0,4$. В зв'язку з мінімальністю робіт приймаємо одну лінію з 3-х постів.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розрахунок поточкових ліній безперервної дії. Такі лінії застосовуються для виконання збирально-мийних робіт ЩО з використанням механізованих установок для мийки й сушки (обдуву) автомобілів.

При повній механізації робіт з мийки й сушки автомобіля для забезпечення максимальної продуктивності лінії пропускна здатність окремих постових установок повинна дорівнювати пропускній здатності основної установки для мийки автомобілів. У цьому випадку такт лінії $\tau_{\text{ЩОМ}}$ розраховується [14]:

$$\tau_{\text{ЩОМ}} = 60 / N_y, \quad (2.37)$$

де N_y - продуктивність механізованої мийної установки на лінії.

Такт лінії $\tau_{\text{ЩОМ}}$ дорівнює:

$$\tau_{\text{ЩО}} \text{ Volvo FH16 750} = 60 / 30 = 2;$$

$$\tau_{\text{ЩО}} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 60 / 15 = 4.$$

Ритм лінії $R_{\text{ЩО}}$ розраховується по формулі [14]:

$$R_{\text{ЩО}} = 60 \cdot T_{\text{пов}} / (0,7 \cdot N_{\text{ЩОс}}), \quad (2.38)$$

де $T_{\text{пов}}$ - час повернення автомобілів з лінії, год. Приймаємо згідно [14]:

$$T_{\text{пов}} \text{ Volvo FH16 750} = 3,5 \text{ години};$$

$$T_{\text{пов}} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 3,3 \text{ год.};$$

Ритм лінії $R_{\text{ЩО}}$ дорівнює:

$$R_{\text{ЩО}} \text{ Volvo FH16 750} = 60 \cdot 3,5 / (0,7 \cdot 322) = 0,93 \text{ хв};$$

$$R_{\text{ЩО}} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 60 \cdot 3,3 / (0,7 \cdot 322) = 0,88 \text{ хв}.$$

Число ліній обслуговування $m_{\text{ЩО}}$, згідно формули (2.36) дорівнює:

$$m_{\text{ЩО}} \text{ Volvo FH16 750} = 2 / 0,93 = 2;$$

$$m_{\text{ЩО}} \text{ Mercedes-Benz Actros L} = 4 / 0,88 = 4.$$

Якщо на лінії роботи виконуються вручну, передбачається механізація мийних робіт, інші виконуються вручну, то такт лінії $\tau_{\text{ЩО}}$ ч. м. розраховується з урахуванням швидкості переміщення автомобілів (2-3 м/хв), що забезпечує можливість виконання робіт вручну в процесі руху автомобіля [14]:

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\tau_{\text{ЩО ч. м.}} = (L_a + a) / V_k, \quad (2.39)$$

Такт лінії дорівнює:

$$\tau_{\text{ЩО ч. м. Volvo FH16 750 c}} = (16,5 + 1,5) / 3 = 6;$$

$$\tau_{\text{ЩО ч. м. Mercedes-Benz Actros L}} = (7,4 + 1,5) / 3 = 2,97.$$

Кількість ліній обслуговування $m_{\text{ЩО ч. м.}}$, згідно формули (2.36) дорівнює:

$$m_{\text{ЩО ч. м. Volvo FH16 750}} = 6 / 0,93 = 6;$$

$$m_{\text{ЩО ч. м. Mercedes-Benz Actros L}} = 2,97 / 0,88 = 3.$$

Далі виконаємо розрахунок постів ПР. При цьому розрахунку число впливів по ПР невідомо, тому для розрахунку кількості постів ПР використовують річний об'єм постових робіт ПР.

Тому що робота на постах ПР провадиться в 2 зміни, то розрахунок кількості постів $X_{\text{ПР}}$ розраховується за формулою [14]:

$$X_{\text{ПР}} = \frac{T_{\text{ПР}} \cdot \varphi_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{ПР}}}{D_{\text{раб}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot P_{\text{ср}}}, \quad (2.40)$$

де $T_{\text{ПР}}$ - річний обсяг робіт, які виконуються на постах ПР, люд· год;

$\varphi_{\text{ПР}}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність надходження автомобілів на пости ПР;

$K_{\text{ПР}}$ - коефіцієнт, що враховує частку обсягу робіт, яка виконується на постах ПР у найбільш завантажену зміну;

$\eta_{\text{п}}$ - коефіцієнт використання робочого часу поста.

Приймаємо згідно [13]:

$$P_{\text{ср}} = 2; K_{\text{ПР}} = 0,6; \eta_{\text{п}} = 0,8; T_{\text{зм}} = 7.$$

Коефіцієнт $\varphi_{\text{ПР}}$ розраховується за формулою:

$$\varphi_{\text{ПР}} = (\varphi_1 \cdot a + \varphi_2 \cdot b) / (a + b), \quad (2.41)$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де ϕ_1 -коефіцієнт, що враховує регулювальні, розбірно- складальні та фарбувальні роботи;

ϕ_2 -коефіцієнт, що враховує зварювально-бляхарські роботи;

a, b -кількість роботи, %.

Приймаємо згідно [13]: $\phi_1=1,8$; $\phi_2=1,4$; $a_{\text{Volvo FH16 750}}=27+8=35\%$; $b_{\text{Volvo FH16 750}}=5+2=7\%$; $a_{\text{Mercedes-Benz Actros L}}=35+6=41\%$; $b_{\text{Mercedes-Benz Actros L}}=4+3=7\%$.

Коефіцієнт $\phi_{\text{ПР}}$ дорівнює:

$$\phi_{\text{ПР Volvo FH16 750}} = (1,8 \cdot 35 + 1,4 \cdot 7) / (35 + 7) = 1,73;$$

$$\phi_{\text{ПР Mercedes-Benz Actros L}} = (1,8 \cdot 41 + 1,4 \cdot 7) / (41 + 7) = 1,74.$$

Кількість постів $X_{\text{ПР}}$ дорівнює:

$$X_{\text{ПР Volvo FH16 750}} = \frac{5286 \cdot 1,73 \cdot 0,6}{357 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot 2} = 2 \text{ постів};$$

$$X_{\text{ПР Mercedes-Benz Actros L}} = \frac{33629 \cdot 1,74 \cdot 0,6}{357 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot 2} = 9 \text{ постів}.$$

Розрахунок постів очікування виконаємо так. Пости очікування - це пости, на яких автомобілям яким потрібні в тій або іншій мірі ТО та ПР, очікують своєї черги для переходу на відповідний пост або потокову лінію. Ці пости забезпечують безперебійну роботу зон ТО й ПР, усуваючи до деякої міри нерівномірність надходження автомобілів на технічне обслуговування та ПР. Крім того, у холодну пору року пости очікування в закритих приміщеннях забезпечують обігрів автомобілів перед їхнім обслуговуванням [13].

Приймаємо для ТО-2: $X_{\text{оч}}=0,2 \cdot X_{\text{ТО-2}}$;

$$X_{\text{оч Volvo FH16 750}} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ пост};$$

$$X_{\text{оч Mercedes-Benz Actros L}} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ пост}.$$

Для постів ПР: $X_{\text{оч}}=0,2 \cdot X_{\text{ПР}}$;

$$X_{\text{оч Volvo FH16 750}} = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ пост};$$

$$X_{\text{оч Mercedes-Benz Actros L}} = 0,2 \cdot 9 = 1,8 \text{ пост}.$$

Для постів діагностики постів очікування немає.

Розрахунок потрібної кількості постів КТП. Кількість постів КТП, призначених для контролю технічного стану автомобілів розраховуємо за формулою:

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$X_{\text{КТП}} = \frac{A_u \cdot \alpha_m \cdot 0,75}{T_{\text{гозв}} \cdot R}, \quad (2.42)$$

де R - чисельність автомобілів, що проходять через пост КТП за 1 годину, авт/год.

Приймаємо $R=40$ авт/год. згідно нормативу.

Кількість постів КТП дорівнює:

$$X_{\text{КТП Volvo FH16 750}} = \frac{10 \cdot 0,902 \cdot 0,75}{3,5 \cdot 40} = 1 \text{ пост};$$

$$X_{\text{КТП Mercedes-Benz Actros L}} = \frac{60 \cdot 0,902 \cdot 0,75}{3,5 \cdot 40} = 1 \text{ пост};$$

$$X_{\text{КТП АТП}} = 2 \text{ пости.}$$

Технологічне планування виробничої ділянки являє собою план розміщення технологічного обладнання, виробничого інвентарю, підйомно-транспортного й іншого устаткування і є технічною документацією проекту, по якій розставляється й монтується обладнання.

До технологічного устаткування відносяться стаціонарні й переносні верстати, стенди, прилади, пристосування й виробничий інвентар (верстати, стелажі, столи, шафи).

На прикладі електротехнічної ділянки здійснюємо технологічне планування.

Приймаємо згідно [13] технологічне устаткування для електротехнічних робіт і робимо оцінку механізації (рівня механізації й ступені механізації). Базою для визначення цих показників є спільний аналіз операцій технологічних процесів й устаткування, застосовуваного при виконанні цих операцій.

Рівень механізації (P_m) визначається відсотком механізованої праці в загальних працезатратах:

$$P_m = 100 T_m / T_e, \quad (2.43)$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де T_m - трудомісткість механізованих операцій процесу із застосовуваної технологічної документації, люд· хв;

T_e - загальна трудомісткість всіх операцій.

Рівень механізації дорівнює (для ремонту стартера):

$$P_m = 100 \cdot 10 / 130 = 7,7\%.$$

Ступінь механізації (C) визначається відсотком заміщення робочих функцій людини застосовуваним устаткуванням у порівнянні з повністю автоматизованим технологічним процесом згідно [14]:

$$C = 100 \cdot M / (Ч \cdot Н), \quad (2.44)$$

$$M = Z_1 \cdot M_1 + Z_2 \cdot M_2 + Z_3 \cdot M_3 + Z_{3,5} \cdot M_{3,5} + Z_4 \cdot M_4, \quad (2.45)$$

де $Ч$ - максимальна кількість бригад для АТП;

$Н$ - загальне число операцій;

$Z_1 \dots Z_4$ – застосовуване встаткування, рівна відповідно 1...4;

$M_1 \dots M_4$ - число механізованих операцій із застосуванням устаткування $Z_1 \dots Z_4$.

Ступінь механізації C для ремонту стартера дорівнює:

$$C = 100 \cdot 2 / (4 \cdot 36) = 1,3\%.$$

Відповідно до рекомендацій [13] приймаємо найменування механізованих операцій і трудомісткості ремонту. Для зручності результати обчислень заносимо в таблицю 2.6. Відповідно до рекомендацій [13] приймаємо наступне устаткування для електротехнічної ділянки:

- верстат для електриків зі слюсарними лещатами, $S=1,12 \text{ м}^2$;
- стелаж для деталей, $S=0,63 \text{ м}^2$;
- ванна мийна, $S=0,775 \text{ м}^2$;
- прес ручний, верстовий, рейковий, $S=0,1665 \text{ м}^2$;
- верстат настільно-свердлильний, $S=0,480 \text{ м}^2$;
- точильний станок, $S=0,5056 \text{ м}^2$;

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

- стенд електронний для перевірки електроустаткування автомобілів, $S=0,4719 \text{ м}^2$;
- прилад для очищення й перевірки свіч запалювання (настільний);
- прилад для перевірки якорів (настільний);
- станок для проточки колекторів, $S=0,5 \text{ м}^2$;
- скриня для обтиральних матеріалів, $S=0,5 \text{ м}^2$;
- верстат, $S=1,4 \text{ м}^2$;
- комплект інструмента для ремонту й технічного обслуговування електроустаткування автомобілів.

Сумарна площа встаткування дорівнює:

$$f_{об} = 4 \cdot 1,12 + 0,1665 + 7 \cdot 0,63 + 2 \cdot (0,480 + 0,5056) + 0,775 + 0,4719 + 0,5 + 1,4 + 0,5 = 15,35 \text{ м}^2.$$

Площа електротехнічної ділянки відповідно дорівнює:

$$F_{эл.тих} = 15,35 \cdot 2,5 = 40 \text{ м}^2.$$

Так, як будівля АТП збудована з блоків розміром 9×6 приймаємо площу електротехнічного відділення рівну 54 м^2 .

Виконав	Берестова Е.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

3 РОБОТА АТП З ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ

3.1 Обробка заявки на перевезення АТП компанії ЕА LOGISTIC

Розглянемо випадок, коли в автотранспортне підприємство компанії ЕА LOGISTIC надійшла заявка на перевезення вантажів на завтрашній день. Потрібно: скласти оптимальний змінно-добовий план перевезення вантажів (маршрути руху автомобілів і змінні завдання водіям), що забезпечують вивезення заданих обсягів при мінімальному сумарному пробігу автомобілів. Вихідні дані приведені в таблицях 3.1, 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.1 – Заявка на перевезення вантажів (у тоннах).

Пункт відправлення	A ₁	A ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₄	A ₅	A ₅	A ₆	A ₆
Пункт призначення	B ₁	B ₇	B ₈	B ₂	B ₅	B ₃	B ₄	B ₁	B ₃	B ₅	B ₆
Обсяг Перевезень, т	189	81	81	81	81	36	54	108	54	54	54

Таблиця 3.2 – Відстані між пунктами відправлення і призначення (у км).

	Пункт призначення								
Пункт відправлення	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	АТП
A ₁	5	1	7	8	4	2	14	15	3
A ₂	5	13	8	6	3	1	7	3	1
A ₃	12	4	14	13	11	4	12	10	12
A ₄	16	7	15	15	13	5	15	12	2
A ₅	9	1	13	6	1	1	4	1	10
A ₆	3	1	5	3	8	10	3	2	15
АТП	8	17	16	11	4	6	9	9	--

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
		Дата						

Таблиця 3.3 – Розрахункові нормативи

Показник	Позначення	Значення
Вантажопідйомність	Q	5
Коефіцієнт використання вантажопідйомності	β	0,9
Час в наряді * (у годинах)	T_n	12,5
Средньотехічна швидкість (у км/годину)	V_T	24
Простій під навантаженням і вивантаженням на одну їздку з вантажем (хв)	$t_{пв}$	85

Оптимальний змінно-добовий план перевезення вантажів автотранспортним підприємством компанії ЕА LOGISTIC пропонується скласти на підставі розв'язання транспортної задачі.

3.2 Розрахунок маршрутів на підставі розв'язання транспортної задачі лінійного програмування

Розглянемо і сформулюємо в математичній формі умови транспортної задачі [15, 16]. Споживачам $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_n$ потрібно вантаж у кількостях $b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n$ (т) одиниць, що мається чи виробляється в постачальників $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m$ у кількостях $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m$ (т) одиниць відповідно. Позначимо через q_{ij} обсяг перевезень з i -того пункту відправлення в j -ий пункт призначення. Обсяг перевезень відомий для всіх пунктів (задана заявка на перевезення вантажів, див. таблицю 1.). Відстань між постачальниками і споживачами відомо (див. таблицю 2.) і складає l_{ij} (км). У процесі виконання перевезень у пунктах призначення $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_n$ після розвантаження автомобілів буде утворюватися порожняк у кількостях $b'_1, b'_2, \dots, b'_j, \dots, b'_n$ який треба направити в пункти $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m$ у кількостях $a'_1, a'_2, \dots, a'_j, \dots, a'_m$.

З методичної точки для розв'язання задачі зручніше скористатись поняттям “їздка”. Тому за одиницю виміру буде прийматися їздка автомобіля з вантажем і без нього.

Виконав	Берестова Е.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

У задачі буде виконуватися умова:

$$b'_j = b_j = \sum_{i=1}^m q_{ij}, \text{ де } j=1,2,\dots,n \quad \text{і} \quad a'_i = a_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \text{ де } i=1,2,\dots,m.$$

Додатковою умовою задачі є вимога, щоб за робочу зміну автомобіль направлявся не більш, ніж у чотири різних пункти відправлення й у таку ж кількість пунктів призначення. Практично це означає, що при змінному завданні з великим числом їздок необхідно скласти кільцевий маршрут так, щоб по ньому можна було зробити кілька оборотів. Необхідний план перевезень, який забезпечить виконання заданих обсягів з найменшим неодруженим пробігом автомобіля.

Позначимо через X_{ij} кількість порожніх автомобілів (в автомобіле-їздках) призначених до відправлення з пункту розвантаження B_j у пункт навантаження A_i , тоді сумарний порожній пробіг автомобіля з усіх пунктів з наявністю порожніх їздока в усі пункти його подачі буде мати вид:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij} * l_{ij} \rightarrow \min. \quad (3.1)$$

Умова повного задоволення попиту на порожні автомобілі кожного пункту відправлення за рахунок подачі його з різних пунктів з наявністю порожніх виглядає так:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a'_i, \text{ де } i=1,2,\dots,m. \quad (3.2)$$

Весь порожняк з кожного пункту призначення повинний бути поданий у пункт відправлення під навантаження, тобто :

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b'_j, \text{ де } j=1,2,\dots,n. \quad (3.3)$$

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

Очевидно, що кількість автомобілів не може бути негативним числом, тобто

$$X_{ij} > 0, \text{ при } i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n. \quad (3.4)$$

Таким чином, у математичній формі транспортна задача формулюється так [15, 16, 17]:

Визначити значення змінних X_{ij} мінімізуючих лінійну форму, виражену {1}, при обмеженнях, зазначених у {2},{3},{4}. Необхідна рівність загальної потреби одержувачів і наявності вантажу у постачальників чи відправників:

$$\sum_{i=1}^m b_i = \sum_{j=1}^n a_j \quad (3.5)$$

Ця рівність є необхідною і достатньою умовою для сумісності рівнянь {2},{3}.

Мета рішення виражається рівнянням {1}: знайти мінімальний сумарний порожній пробіг автомобілів. Задачу, виражену формулами {1—5} прийнято називати задачею мінімізації порожніх пробігів автомобілів.

Для рішення задачі розроблений метод сполучених планів [17]. З його допомогою вона зважується в три етапи.

На першому етапі вирішують задачу мінімізації порожніх пробігів автомобілів, у результаті чого знаходять оптимальний план повернення порожніх автомобілів під навантаження після розвантаження. Складання оптимального плану відбито в блок-схемі алгоритму методу потенціалів на малюнку 3.1.

На другому етапі з вантажопотоку (ліній перевезень) заданих заявкою на перевезення і ліній оптимального плану повернення порожніх автомобілів, знайденого на першому етапі, складають схему кільцевих і маятникових маршрутів руху автомобілів, у сукупності порожніх пробігів автомобілів, що забезпечують мінімум, при виконанні заданих перевезень.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму методу потенціалів

На третьому етапі знайдені маршрути прикріплюють до АТП (автотранспортного підприємства), після чого розробляють змінно-добові завдання водіям по кожному маршруту.

3.3 Розрахунок оптимальних маршрутів методом сполучених планів

Розрахунок оптимального плану повернення порожніх автомобілів. Рішення транспортної задачі починається з розробки припустимого вихідного плану, що розробляється в табличній формі. У матрицю умов (таблиця 3.4) уводиться додатковий стовпець і рядок.

Таблиця 3.4 – Матриця умов

Пункт призначення	Допом. індек.	Пункт призначення (утворення порожняка)								Потреба в перевезеннях
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈	
	U _i / V _i									
A ₁		5	1	7	8	4	2	14	15	
A ₂		5	13	8	6	3	1	7	3	
A ₃		12	4	14	13	11	4	12	10	
A ₄		16	7	15	15	13	5	15	12	
A ₅		9	1	13	6	1	1	4	1	
A ₆		3	1	5	3	8	10	3	2	
Наявність порожняка										

У рядку записуються значення індексів V_j, а в стовпці – значення індексів U_i. Для подальших розрахунків необхідно визначити кількість автомобілів-їздов, їх знаходимо за формулою:

$$Z_e = Q / q * \gamma, \quad (3.6)$$

де Q – обсяг перевезень;

q – вантажопідйомність автомобіля (т);

γ -- коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Значення q і γ візьмемо з таблиці 3.3. Результати обчислення занесемо в таблицю 3.5.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 3.5 – Розрахунок кількості їздок в залежності від обсягу перевезення вантажів (у тонах)

Пункт відправлення	A ₁	A ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₄	A ₅	A ₅	A ₆	A ₆
Пункт призначення	Б ₁	Б ₇	Б ₈	Б ₂	Б ₅	Б ₃	Б ₄	Б ₁	Б ₃	Б ₅	Б ₆
Обсяг перевезень	189	81	81	81	81	36	54	108	54	54	54
Кількість автомобілі-їздок	42	18	18	18	18	8	12	24	12	12	12

У правому верхньому куті кліток, що представляють собою реальні маршрути перевезень, зазначені відстані між відповідними пунктами; умова $\sum b_j = \sum a_i = 194$ (їздки) виконується. Припустимий вихідний план показаний в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Припустимий вихідний план

Пункт призначення	Допом. індек.	Пункт призначення (утворення порожняка)								Потреба в перевезеннях
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈	
	U _i \ V _i									
A ₁		42 ⁵	1	7	8	4	2	18 ¹⁴	18 ¹⁵	78
A ₂		5	18 ¹³	8	6	3	1	7	3	18
A ₃		12	4	14	13	18 ¹¹	4	12	10	18
A ₄		16	7	8 ¹⁵	12 ¹⁵	13	5	15	12	20
A ₅		24 ⁹	0 ¹	12 ¹³	6	0 ¹	1	4	1	36
A ₆		3	1	5	3	12 ⁸	12 ¹⁰	3	2	24
Наявність порожняка		66	18	20	12	30	12	18	18	194/194

План розробляється способом мінімального елемента по рядку. Розробка виробляється в наступному порядку: спочатку, плануються перевезення з першого складу, записуючи їх у відповідні клітки першого рядка, при цьому задовольняються запити споживача, що знаходиться ближче усього до цього складу. Плануємо перевезення найближчим з незадоволених ще споживачів, записуючи відповідні завантаження в клітки з найменшими відстанями. При дотриманні умов, описаних вище, задовольняючи попит та пропозиції пунктів відправлення і споживання, відбувається заповнення необхідних кліток; залишок по чи стовпці рядку зноситься в клітку залишків, що згодом заноситься у вільні не викреслені клітки.

При цьому необхідно дотримувати умова, що кількість заповнених кліток повинне відповідати числу $m + n - 1$, де m — число пунктів чи відправлення навантаження; n — число пунктів навантаження.

У таблиці 3.5 кількість зайнятих клітинок дорівнює числу $m + n - 1 = 13$; а в таблиці 3.6 кількість зайнятих клітинок не дорівнює цьому числу 13. Тому необхідно створити відсутні клітинки, поставивши нульові завантаження в клітинки A_{5-B2} і A_{5-B5} .

Припустимий вихідний план складений, перевіримо його на оптимальність. Для цього виконаємо розрахунок індексів для зайнятих клітинок.

Розрахунок сумарного порожнього пробігу. Розраховуємо сумарний порожній пробіг для припустимого вихідного плану (таблиця 3.6) за допомогою формули:

$$\Sigma_{Lx} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij} * l_{ij}, \quad (3.7)$$

де Σ_{Lx} -- сумарний порожній пробіг (км);

X_{ij} — кількість порожняка, поданого між i -им пунктом призначення, їздки;

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

l_{ij} – відстань від i -ого пункту відправлення до j -ого пункту призначення (км).

Розрахунок індексів. Наступним пунктом обчислень знаходимо індекси для завантажених клітинок:

$$U_i + V_j = l_{ij} X_{ij}, \quad (3.8)$$

Перевірка припустимого плану на оптимальність полягає в дотриманні умов:

$$U_i + V_j = l_{ij}, \quad \text{для } X_{ij} > 0 \quad i \quad (3.9)$$

$$U_i + V_j = l_{ij}, \quad \text{для } X_{ij} = 0. \quad (3.10)$$

Для визначення індексів використовуються наступні правила:

- а) індекси U_i записуються в допоміжний стовпець ;
- б) індекси V_j записуються в допоміжний рядок;
- в) індекси правої клітки допоміжного стовпця приймаються за нуль:

$U_1 = 0$.

Тоді з рівняння $\{6\}$ можна виразити U_i і V_j .

Далі, розрахуємо індекси для таблиці 3.7 припустимого вихідного плану за цими правилами.

$$V_1 = A_1B_1 - U_1 = 5 - 0 = 5; \quad V_7 = A_1B_7 - U_1 = 14 - 0 = 14; \quad V_8 = A_1B_8 - U_1 = 15 - 0 = 15$$

$$U_5 = A_5B_1 - V_1 = 9 - 5 = 4; \quad V_3 = A_5B_3 - U_5 = 13 - 4 = 9; \quad U_4 = A_4B_3 - V_3 = 15 - 9 = 6;$$

Після розрахунку індексів перевіряємо незайняті клітки на потенційність.

Визначення потенційних кліток. Незайняті клітки, для яких вийшло, що $U_i + V_j > l_{ij}$ – називаються потенційними. Перевіряємо незайняті клітки на потенційність. Перевірка зводиться до порівняння відстаней кожної незайнятої клітки із сумою відповідних їй індексів.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 3.7 – Припустимий вихідний план (попередній варіант).

		Пункт призначення (утвореного порожняка)								
Пункт призначення	Допом. індек.	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈	Потреба в перевезеннях
	$U_i \setminus V_i$	5	-3	9	9	-3	-1	14	15	
A ₁	0	4 ⁵	1	7 ₂	8 ₁	4	2	18 ¹⁴	18 ¹⁵	78
A ₂	16	⁵ ₁₆	18 ¹³	8 ₁₇	6 ₁₉	3 ₄₀	1 ₁₄	7 ₂₃	+ ³ ₂₈	18
A ₃	14	¹² ₇	4 ₇	14 ₉	13 ₁₀	18 ¹¹	4 ₉	12 ₁₆	10 ₁₉	18
A ₄	6	16	7	8 ¹⁵	12 ¹⁵	13	5	15 ₅	12 ₉	20
A ₅	4	24 ⁹	0 ¹	12 ¹³	6 ₇	0 ¹	1 ₂	4 ₁₉	1 ₈	36
A ₆	11	3 ₁₃	1 ₇	5 ₁₅	3 ₁₃	12 ⁸	12 ¹⁰	3 ₂₂	2 ₂₄	24
Наявність порожняка		66	18	20	12	30	12	18	18	194/194

$$A_1B_2 = u_1 + v_2 = 0 - 3 = -3 < (l_{1-2} = 1);$$

$$A_1B_3 = u_1 + v_3 = 0 + 9 = 9 > (l_{1-3} = 7) \text{ -- } 2 \text{ ;}$$

.....;

$$A_2B_8 = u_2 + v_8 = 16 + 15 = 31 > (l_{2-8} = 3) \text{ -- } 28 \text{ ;}$$

.....;

$$A_6B_8 = u_6 + v_8 = 11 + 15 = 26 > (l_{6-8} = 2) \text{ -- } 24 \text{ .}$$

Оптимізація плану. Перевірка припустимого плану на оптимальність полягає в дотриманні умов: {8} і {9}. Якщо дані умови не дотримуються для кліток $X_{ij} = 0$, то значення потенціалу негативно, що і визначає потенційну клітку. Варто скорегувати припустимий план. Коректування плану складається в переміщенні в потенційну клітку з найменшим по модулі потенціалом яке-небудь завантаження. Переміщення виробляється за умови збереження кількості “+” і “-” по рядку і стовпцю. Роблячи переміщення, варто повторити процес визначення потенціалу доти, поки умови {8} і {9} не будуть дотримані. Ознакою оптимальності є відсутність клітинок, у яких сума індексів буде більше відстаней.

З наявності потенційних кліток можна зробити висновок, що складений план не є оптимальним. Виявлені клітки є резервом поліпшення плану, а

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

перевищення суми індексів над відстанню – потенціалом (у таблиці 3.7 вони розміщені в нижньому правому куті клітинки). Поліпшення неоптимального плану зводиться до переміщення завантаження в потенційну клітинку матриці.

Ланцюжок можливих переміщень визначають: для потенційної клітинки з найбільшим значенням потенціалу будують замкнутий ланцюжок з горизонтальних і вертикальних відрізків так, щоб одна з її вершин знаходилася в даній клітинці, а всі інші вершини в зайнятих клітинках. Знаком “+” відзначають у ланцюжку її непарні вершини, вважаючи вершину в клітинці з найбільшим потенціалом, а знаком “-” – парні вершини. Найменше завантаження у вершинах 18 їздок, зменшуючи завантаження у вершинах зі знаком “-” і збільшуючи її у вершинах зі знаком “+” одержують поліпшений план. Подальші розрахунки по його оптимізації виробляються аналогічно. Ознакою оптимальності є відсутність клітинок, у яких сума індексів буде більше відстаней.

У результаті всіх обчислень маємо кінцевий оптимальний план повернення порожніх автомобілів в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Оптимальний план повернення порожніх автомобілів

Пункт призначення	Допом. індек.	Пункт призначення (утворення порожняка)								Потреба в перевезен- нях
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈	
	U_i / V_i	5	-1	7	6	3	-3	6	3	
A ₁	0	66 ⁵	1	12 ⁷	8	4	2	14	15	78
A ₂	0	0 ⁵	13	8	6	3	1	7	18 ³	18
A ₃	5	12	18 ⁴	14	13	11	4	12	10	18
A ₄	8	16	0 ⁷	8 ¹⁵	15	13	12 ⁵	15	12	20
A ₅	-2	9	1	13	6	30 ¹	1	6 ⁴	0 ¹	36
A ₆	-3	3	1	5	12 ³	8	10	12 ³	2	24
Наявність порожняка		66	18	20	12	30	12	18	18	194/194

Після складання оптимального плану повернення порожняка зробимо перевірку кліток на потенційність. Перевірка зводиться до порівняння відстаней кожної незайнятої клітки із сумою відповідних їй індексів.

$$A_1B_2 = u_1 + v_2 = 0 - 1 = -1 < (l_{1-2} = 1); \dots\dots; A_2B_2 = u_2 + v_2 = 0 - 1 = -1 < (l_{2-2} = 13);$$

$$A_1B_4 = u_1 + v_4 = 0 + 6 = 6 < (l_{1-4} = 8); \dots\dots; A_2B_7 = u_2 + v_7 = 0 + 6 = 6 < (l_{2-7} = 7);$$

$$\dots\dots\dots; \dots\dots; \dots\dots\dots;$$

$$A_3B_8 = u_3 + v_8 = 5 + 3 = 8 < (l_{3-8} = 10); \dots\dots; A_4B_8 = u_4 + v_8 = 8 + 3 = 11 < (l_{4-8} = 12);$$

$$\dots\dots\dots; \dots\dots; \dots\dots\dots;$$

$$A_6B_1 = u_6 + v_1 = -3 + 5 = 2 \neq (l_{6-8} = 2); \dots\dots; A_6B_8 = u_6 + v_8 = -3 + 3 = 0 < (l_{6-8} = 2).$$

Складання матриці сполучених планів. Матриця сполучених планів складається після закінчення розробки оптимального плану повернення порожніх автомобілів. У таблицю 3.9 підставляються навантажені їздки з таблиці 3.5.

Таблиця 3.9 – Матриця сполучених планів

Пункт призначення	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈
А ₁	66 42 ⁵	1	12 7	8	4	2	18 14	18 15
А ₂	0 5	18 ¹³	8	6	3	1	7	18 3
А ₃	12	18 ⁴	14	13	18 11	4	12	10
А ₄	16	0 ⁷	8 8 ¹⁵	12 15	13	12 ⁵	15	12
А ₅	24 9	1	12 13	6	30 ¹	1	6 ⁴	0 ¹
А ₆	3	1	5	12 ³	12 8	12 10	12 ³	2

Допоміжні і підсумкові стовпці з матриці віддаляються, тому що вони не потрібні для подальших розрахунків. Наступним етапом йде розрахунок маятникових і кільцевих маршрутів. Маятникові маршрути визначаються в таблиці 9 клітками з подвійним завантаженням і розраховуються по найменшому завантаженню. Таких кліток у матриці два: маршрути 1: А_{1-Б1-А1} на 42 обороту і маршрут 2: А_{4-Б4-А4} на 8 оборотів. Після їхнього утворення відбувається розрахунок кільцевих маршрутів.

Кільцевий маршрут із двох ланок (дві навантажені і дві порожні їздки) складається шляхом утворення прямокутника з горизонтальних і вертикальних відрізків таким чином, що його парні вершини повинні лежати в клітках з порожніми їздками, а непарні вершини в клітках з навантаженими клітками. Кількість оборотів на маршруті визначається найменшої з завантажень у клітці. У таблиці 3.10 зображені прямокутники, що позначають кільцеві маршрути.

Таблиця 3.10 – Таблиця утворення дволанкових кільцевих маршрутів

Пункт призна-чення	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈
A ₁	24 ⁵	1	12 ⁷	8	4	2	18 ¹⁴	18 ¹⁵
A ₂	5	18 ¹³	8	6	3	1	7	18 ³
A ₃	12	18 ⁴	14	13	18 ¹¹	4	12	10
A ₄	16	7	15	12 ¹⁵	13	12 ⁵	15	12
A ₅	24 ⁹	1	12 ¹³	6	30 ¹	1	6 ⁴	1
A ₆	3	1	5	12 ³	12 ⁸	12 ¹⁰	12 ³	2

Маршрут 3: A₁-Б₇-A₅-Б₁-A₁ на 6 оборотів (найменшому значенню завантаження) і Маршрут 4: A₄-Б₆-A₆-Б₄-A₄ на 12 оборотів. А вантажні і порожні їздки, які йшли на утворення маршруту виключаються.

Наступним етапом розрахунків розглядаються можливості утворення багатоланкових маршрутів (див. табл. 3.11 та 3.12).

Таблиця 3.11 – Таблиця утворення трьохланкового маршруту

Пункт призначення	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈
A ₁	18 ⁵	1	12 ⁷	8	4	2	12 ¹⁴	18 ¹⁵
A ₂	5	18 ¹³	8	6	3	1	7	18 ³
A ₃	12	18 ⁴	14	13	18 ¹¹	4	12	10
A ₄	16	7	15	15	13	5	15	12
A ₅	18 ⁹	1	12 ¹³	6	30 ¹	1	4	1
A ₆	3	1	5	3	12 ⁸	10	12 ³	2

Маршрут 5: А₁-Б₇-А₆-Б₅-А₅-Б₃-А₁ на 12 оборотів.

Таблиця 3.12 – Таблиця утворення чотирьохланкового маршруту

Пункт призна-чення	Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	Б ₅	Б ₆	Б ₇	Б ₈
А ₁	18 ⁵	1	7	8	4	2	14	18 ¹⁵
А ₂	5	18 ¹³	8	6	3	1	7	18 ³
А ₃	12	18 ⁴	14	13	18 ¹¹	4	12	10
А ₄	16	7	15	15	13	5	15	12
А ₅	18 ⁹	1	13	6	18 ¹	1	4	1
А ₆	3	1	5	3	8	10	3	2

Маршрут 6: А₁-Б₈-А₂-Б₂-А₃-Б₅-А₅-Б₁-А₁ на 18 оборотів.

Коли всі їздки в матриці сполучених планів будуть задіяні на різних маршрутах, тоді розробка маршрутів припиняється.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АТП ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ ЕА LOGISTIC

4.1 Прикріплення розроблених маршрутів за АТП

Після розрахунків і утворення всіх типів маршрутів виконується прикріплення отриманих маршрутів до автотранспортного підприємства, при цьому зважаються дві основні задачі:

- ◆ визначається пункт навантаження, з якого варто починати роботу з кільцевих маршрутів;
- ◆ вибирається автотранспортне підприємство, техніка якого буде виконувати дані маршрути.

Рекомендується вибирати перший пункт навантаження й АПТ на кільцевому маршруті так, щоб одержати найменший нульовий пробіг автомобіля. Критерієм правильності вибору першого пункту призначення служить приріст порожнього пробігу. Менший приріст порожнього пробігу відповідає найкращому варіанту виконання маршруту.

Приріст порожнього пробігу обчислюється за формулою:

$$\Delta l_{kij} = l_{ki} + l_{jk} - l_{ji}, \text{ км}, \quad (4.1)$$

де l_{ki} – відстань від k-того АТП до i-того пункту навантаження;
 l_{jk} – відстань від j-того останнього пункту розвантаження до k-того АТП;
 l_{ji} – відстань від останнього j-того пункту розвантаження до i-того першого пункту навантаження.

Маятникові маршрути виконуються АТП транспортної компанії ЕА LOGISTIC від місця навантаження.

Маршрут 1: АТП-А₁-Б₁-А₁-АТП на 42 обороти. Схема показана на рисунку 4.1.

Маятниковий маршрут 2: АТП-А₄-Б₃-А₄-АТП на 8 оборотів. Схема зображена на рисунку 4.2.

Виконав		Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив		Кузьменко А.І.				61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

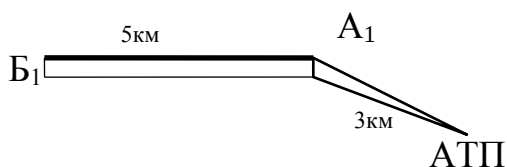


Рисунок 4.1 – Схема
маятникового маршруту № 1

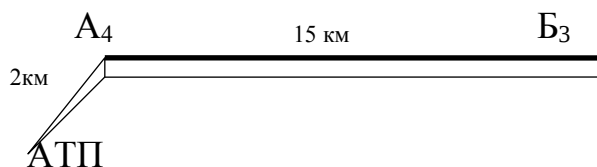


Рисунок 4.2 – Схема
маятникового маршруту № 2

Виконаємо розрахунок приросту порожнього пробігу кільцевих для маршрутів за формулою (4.1).

Кільцевий маршрут №3 (рис. 4.3а) має чотири варіанти прив'язки до АТП:

- а) АТП-А₁-Б₇-А₅-Б₁-АТП для нього $\Delta l_{kij} = 3 + 8 - 5 = 6$ (км);
- б) АТП-А₁-Б₁-А₅-Б₇-АТП для нього $\Delta l_{kij} = 3 + 9 - 14 = -2$ (км);
- в) АТП-А₅-Б₁-А₁-Б₇-АТП для нього $\Delta l_{kij} = 10 + 9 - 4 = 15$ (км);
- г) АТП-А₅-Б₇-А₁-Б₁-АТП для нього $\Delta l_{kij} = 10 + 8 - 9 = 9$ (км).

Аналогічно, для розрахунку кільцевого дволанкового маршруту № 4 маємо економічний варіант прив'язки АТП по маршруті руху АТП-А₄-Б₆-А₆-Б₄-А₄-АТП, з $\Delta l_{kij} = -2$ км, схема якого зазначена на рисунку 4.3 (б).

Отже, економічним виявляється варіант б) його і приймемо за остаточний.

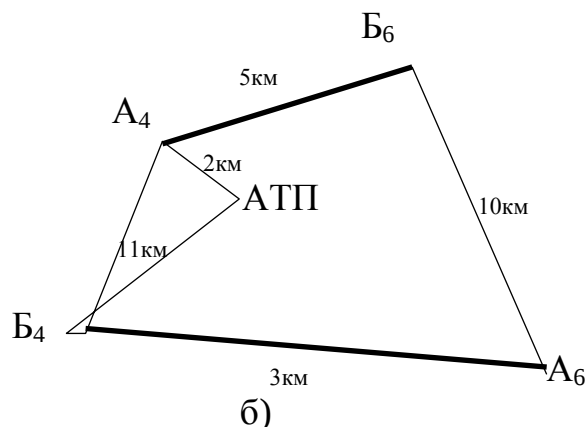
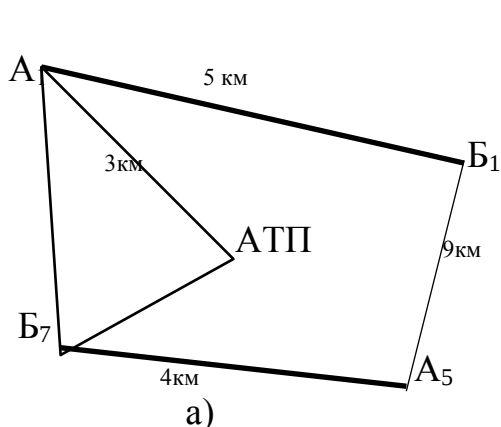


Рисунок 4.3 – Схема дволанкового кільцевого маршруту:

- а) маршрут № 3;
- б) маршрут № 4.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

Для кільцевого трьохланкового маршруту № 5 маємо економічний маршрут прив'язки АТП по маршруті руху АТП-А₁-Б₃-А₅-Б₅-А₆-Б₇-АТП із $\Delta l_{k\ ij} = -2$ км, схема якого зображена на рисунку 4.4.

Для кільцевого чотирьохланкового маршруту № 6 маємо економічний маршрут прив'язки АТП по маршруту руху АТП-А₁-Б₁-А₅-Б₅-А₃-Б₂-А₂-Б₈- АТП із $\Delta l_{k\ ij} = -3$ км, схема якого зображена на рисунку 4.5.

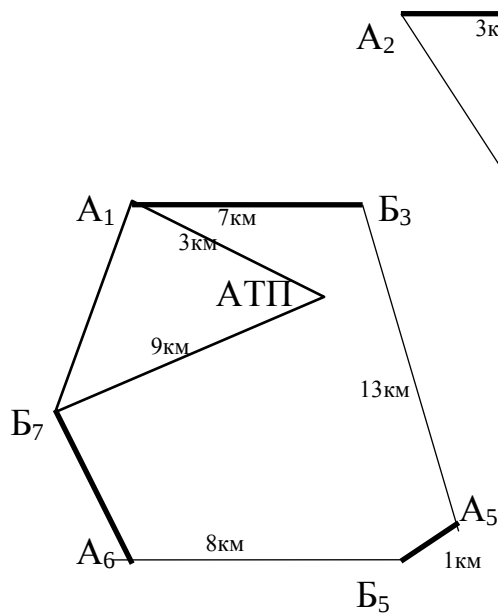


Рисунок 4.4 – Схема трьохланкового кільцевого маршруту № 5 .

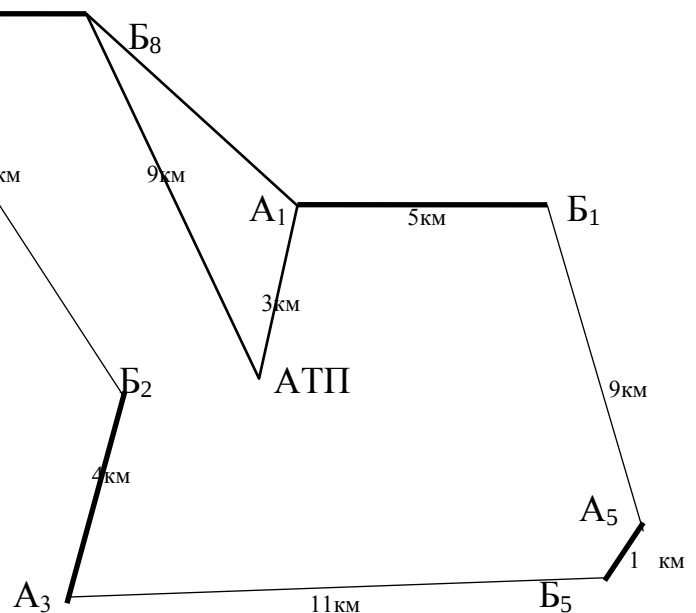


Рисунок 4.5 – Схема чотирьохланкового кільцевого маршруту № 6.

4.2 Технологічний розрахунок маршрутів

Розрахуємо один маятниковий і один кільцевий маршрут, а розрахунки інших маршрутів зведемо в таблицю 4.1.

Маятниковий маршрут 1 АТП-А₁-Б₁-А₁-АТП.

а) обсяг перевезень: $Q_m = 189$ тонн;

б) час обороту на маршруті: $t_0 = (2l_{re} / V_T) + t_{пв} = (2 \cdot 5 / 24) + 1,4 = 1,82$ (ч);

в) час на нульові пробіги: $t_n = (l_{n1} + l_{n2} - l_x) / V_T = (3 + 8 - 5) / 24 = 0,25$ (ч);

г) час перебування на маршруті: $T_m = T_n - t_n = 750 - 15 = 735$ (хв);

д) число оборотів на маршруті: $Z_o = T_m / t_0 = 735 / 109 = 6,74 \approx 6$ (оборотів);

Виконав	Берестова Е.Д.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 02 ПЗ

- е) пробіг автомобіля з вантажем: $L_{гр} = l_{ге} * Z_o = 5 * 6 = 30$ (км);
- ж) пробіг порожнього автомобіля: $L_{пор} = l_{ге} * (Z_o - 1) + l_{н1} + l_{н2} = 5*5+3+8=38$ (км);
- з) загальний пробіг автомобіля за зміну: $L_o = L_{гр} + L_{пор} = 30+38 = 68$ (км);
- и) коефіцієнт використання пробігу за зміну: $\beta = L_{гр}/L_o = 30/68 = 0,441$;
- к) кількість вантажу, перевезеного одним автомобілем: $Q_a = q*\gamma*Z_o = 5*0,9*6 = 27$ (тонн);
- л) транспортна робота: $P = Q_a * l_{ге} = 27 * 5 = 135$ (т*км);
- м) число потрібних автомобілів для перевезення усього вантажу: $A_m = Q_m / Q_a = 189 / 27 = 7$ (а/м).
- н) кількість недовезеного вантажу: $Q_{ост} = Q_m - Q_a * A_m = 189 - 27 * 7 = 189 - 189 = 0$ (тонн), тобто весь вантаж буде вивезений.

Кільцевий маршрут 3 АТП-А₁-Б₁-А₅-Б₇-АТП на 6 оборотів.

- а) Обсяг перевезень: $Q_m = 81$ тонн;
- б) Довжина маршруту: $l_m = l_{ге} + l_x + l_{ге} + l_x = 14 + 4 + 9 + 5 = 32$ (км);
- в) Час обороту на маршруті: $t_o = (l_m/V_T) + \sum t_{пв} = (32/24) + 2 * 1,42 = 4,17$ (ч);
- г) Час на нульові пробіги: $t_n = (l_n + l_{н2} - l_x)/V_T = (3+9-14)/24 = 0,08 \approx 0,1$ (ч);
- д) Час перебування на маршруті: $T_m = T_n - t_n = 750 - 6 = 744 = 12,4$ (ч);
- е) Число оборотів на маршруті: $Z_o = T_m / t_o = 12,4/4,17 = 2,98 \approx 3$ (обороти);
- ж) Фактичний час в убранні: $T_n = Z_o * t_o + t_n = 3*4,17 + 0,1 = 12,6$ (ч);
- з) Пробіг автомобіля з вантажем: $L_{гр} = (l_{ге} + l_{ге}) * Z_o = (5+4) * 3 = 27$ (км);
- и) Пробіг порожнього автомобіля: $L_{пор} = (l_x + l_x) Z_o + l_n + l_n - l_x = (9+14)*3+5+4-14=63$ (км);
- к) Загальний пробіг автомобіля за зміну: $L_o = L_{гр} + L_{пор} = 27 + 63 = 90$ (км);
- л) Коефіцієнт використання пробігу за зміну: $\beta = L_{гр} / L_o = 27/90 = 0,3$;
- м) Кількість вантажу, перевезеного одним автомобілем: $Q_a = q * \gamma * Z_o * Z_e = 5*0,9*3*2 = 27$ (тонн);
- н) Транспортна робота: $P = Q_a * (l_{ге} + l_{ге}) = 27 * (5 + 4) = 243$ (т*км);

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

о) Число потрібних автомобілів для перевезення усього вантажу: $A_M = Q_M / Q_a = 81/27 = 3$ (а/м).

п) Кількість недовезеного вантажу: $Q_{ост} = Q_M - Q_a \cdot A_M = 81 - 27 \cdot 3 = 0$ (тонн), тобто весь вантаж буде вивезений.

Аналогічним чином проводиться розрахунок усіх складених маятникових і кільцевих маршрутів.

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця розрахунків для усіх маршрутів

Пара- метри	Назва маршрутів					
	Маршрут 1	Маршрут 2	Маршрут 3	Маршрут 4	Маршрут 5	Маршрут 6
Q_M , т	189	36	54	108	162	324
l_M , км	10	30	32	33	45	61
t_0 , ч	1,82	2,65	4,17	4,2	6,1	8,2
t_H , ч	0,25	0,125	0,1	0,1	0,1	0,33
T_M , ч	12,15	12,33	12,4	12,4	12,4	12,17
Z_0 , ч	6	4	3	3	2	1
T_H , ч	11,17	10,73	12,6	12,7	12,3	8,53
$L_{гр}$, км	30	60	27	24	28	13
$L_{пор}$, км	31	49	63	73	68	48
L_0 , км	61	139	90	97	96	61
β ,	0,491	0,55	0,3	0,247	0,291	0,213
Q_a , т	27	18	27	27	27	18
P , т.км	135	270	243	648	756	864
A_M , шт.	7	2	3	4	6	18
$Q_{ост}$, т	0	0	0	0	0	0

Після розрахунку усі розроблені маршрути включаються до змінно-добового плану перевезень, що забезпечує заданий обсяг перевезень транспортною компанією EA LOGISTIC з мінімальною кількістю автомобілів.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Розглянемо досвід розвинених країн. Багато європейських країн запроваджують національну стратегію підтримки проектів зі штучним інтелектом (ШІ). Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності в логістиці та транспорті. Більше 550 французьких компаній отримали понад 2 млн євро від BPI France на розвиток штучного інтелекту, який широко використовується в управлінні ланцюгами поставок, складськими комплексами та автономним транспортом [18].

Штучний інтелект використовується для різних цілей, таких як [18]:

- Аналіз замовлень в онлайн-магазинах для виявлення споживчого попиту та прогнозування майбутніх тенденцій.
- Комплексні інформаційні системи керування підприємством (ERP).
- Системи керування складом з адресним зберіганням (WMS).
- Управління автоматизованими технічними засобами та промисловими роботами.
- Системи управління автопарком (TMS) для оптимальної маршрутизації перевезень та аналізу ефективності.
- Використання ШІ в ПЗ для технічних автоцентрів з ціллю планування технічного обслуговування та зменшення ризиків поломок.

У майбутньому ШІ зможе керувати автономними вантажівками та обробляти дані з інших транспортних засобів та інфраструктури. Вже зараз вантажівки оснащуються пристроями, що відслідковують стан та знос вузлів автомобіля, що дозволяє знизити ризики поломок та прогнозувати терміни технічного обслуговування на основі реального стану машини [18].

Лабораторія S2PWeb розробила програму GedVerifier, яка автоматично аналізує основні документи транспортних компаній та перевіряє їх. Ця інноваційна технологія дозволяє автоматизувати обробку до 14 тис. документи на місяць і значно скорочує час процесу, звільняючи співробітників від рутинних завдань [18].

Тож транспортній компанії EA LOGISTIC варто перейняти цей досвід та запровадити подібні системи на своїх автопідприємствах.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно було розв'язати складну спеціалізовану задачу з організації роботи автопідприємства транспортній компанії EA LOGISTIC, що обслуговує вантажні автомобільні перевезення на основі сучасних економіко-технологічних підходів.

В роботі були виконані такі завдання.

У першому проаналізовано статистику по вантажних перевезеннях. Так, за I квартал 2025р. експорт товарів становив 9952,7 млн. дол. США, або 93,1% порівняно із I кварталом 2024р., імпорт – 18467,5 млн. дол., або 114,7%. Негативне сальдо склало 8514,8 млн. ол. (за I квартал 2024р. також негативне – 5399,1 млн. дол.). Коефіцієнт покриття експортом імпорту становив 0,54 (за I квартал 2024р. – 0,66). Зовнішньоторговельні операції проводились із партнерами із 211 країн світу. За 2024р. експорт товарів становив 41733,1 млн.дол. США, або 115,3% порівняно із 2023р., імпорт – 70751,2 млн.дол., або 111,3% [6]. Негативне сальдо склало 29018,1 млн.дол. (за 2023р. також негативне – 27384,1 млн.дол.).

У другому розділі розглянуто питання компонування генерального плану АТП та виконано технологічний розрахунок автотранспортного підприємства. Наразі в Україні парк вантажних автомобілів комерційного призначення оновлюється за рахунок сучасних моделей таких відомих виробників вантажівок, як DAF, Iveco, MAN, Mercedes, Scania, Volvo та інших. При цьому власники автотранспортних підприємств здійснюють вибір автомобілів, орієнтуючись на престиж марки, наявність тих або інших моделей на ринку, їх вартість і т.д. Збільшення провізної спроможності парку АТП сприяє зниженню питомих витрат за перевезення за умови максимальної зайнятості рухомого складу за інших рівних умов. Якщо рухомий склад простоє без роботи, це тягне значні витрати підприємства за одночасного недоотримання доходу.

Третій розділ був присвячений розрахунку конкретного прикладу з обробки заявки на перевезення автотранспортним підприємством компанії EA LOGISTIC. Розрахунок маршрутів здійснювався на підставі розв'язання

Виконав		Берестова Е.Д.			КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив		Кузьменко А.І.				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортної задачі лінійного програмування. Як результвт, були отримані маятникові та кільцеві маршрути.

Четвертий розділ був присвячений розрахунку показників роботи АТП транспортної компанії EA LOGISTIC, а також аналізу можливостей запровадження в діяльність цієї компанії автоматизованих систем на базі штучного інтелекту, у тому числі й програми GedVerifier. У результаті розрахунків було представлено опис математичної задачі і складено план за методом потенціалів. Розроблено матрицю сполучених планів і розроблено маршрути перевезення вантажу. Забезпечено мінімальний порожній пробіг автомобіля. Виконано технологічний розрахунок, що зведений у таблицю, та зроблено висновки про те, що весь заданий обсяг перевезень буде виконаний автопідприємством транспортної компанії EA LOGISTIC.

Таким чином, завдання кваліфікаційної роботи бакалавра повністю вииконане.

Виконав	Берестова Є.Д.			КРБ 275 02 ПЗ				Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дмитрієв І. А., Левченко Я. С. Транспортне підприємництво : навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2018. 303 с. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/0100923s-1edf.doc.html>
2. Хабутдінов Р. А. Теорія автомобільно-транспортної технології : Монографія. Академія технічних наук України. Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г.М., 2024. 192 с. URL: <https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2024/05/technology.pdf>
3. Косар Н., Кузьо Н. Вплив війни на ринок автомобільних вантажних перевезень України та його подальший розвиток. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. 2023. Випуск 65. С. 14-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/ves.2023.65.0.6502>
4. Діяльність підприємств наземного транспорту. URL: <https://stat.gov.ua/uk/releases/diyalnist-pidpryyemstv-nazemnoho-transportu-24>
5. Зовнішня торгівля України товарами за I квартал 2025 року (експрес-випуск). URL: <https://stat.gov.ua/uk/publications/zovnishnya-torhivlya-ukrayiny-tovaramy-za-i-kvartal-2025-roku-ekspres-vypusk>
6. Зовнішня торгівля України товарами за 2024 рік (експрес-випуск). URL: <https://stat.gov.ua/uk/publications/zovnishnya-torhivlya-ukrayiny-tovaramy-za-2024-rik-ekspres-vypusk>
7. Офіційний сайт Асоціації «Транспортні, експедиторські та логістичні організації в Україні «Укрзовніштранс»». URL: <https://www.atfl.org.ua/ua>
8. Офіційний сайт Міністерства розвитку громад і територій. URL: <https://mindev.gov.ua/>
9. Біліченко В. В., Крещенський В. Л., Романюк С. О., Смирнов Є. В. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту : електронний підручник. URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/avto5_bilichenko_virotehbaza_pidriyemstv_avtotransportu/index.html

Виконав	Берестова Є.Д.				КРБ 275 02 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Офіційний сайт компанії EA LOGISTIC. URL: [https://ea-
logistic.com.ua/uk/](https://ea-
logistic.com.ua/uk/)
11. Лідери магістральних перевезень 2024. URL: [https://europa-
auto.com/news/top-5-najpotuzhnishih-tyagachiv](https://europa-
auto.com/news/top-5-najpotuzhnishih-tyagachiv)
12. Хаврук В. О. Вплив техніко-експлуатаційних властивостей вантажних автомобілів на показники ефективності експлуатації. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. №1 (16), 2021. С. 168-176. DOI: <https://doi.org/10.36910/automash.v1i16.519>
13. Кашканов В. А., Склярів М. В. Головащенко Б. В. Планування роботи автомобілів на АТП при виконанні вантажних перевезень. *Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*. С. 57-58. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/57.pdf>
14. Турченко М. О., Швець М. Д., Кірічок О. Г., Кристопчук М. С. Планування діяльності автотранспортного підприємства : підручник. Вид. 2-ге. Рівне: НУВГП, 2017. 367 с.
15. Постановка задач математичного програмування. URL: [http://emm.wunu.edu.ua/wp-
content/uploads/2017/10/OMM_konspekt_lektsiy_18.pdf](http://emm.wunu.edu.ua/wp-
content/uploads/2017/10/OMM_konspekt_lektsiy_18.pdf)
16. Транспортна задача лінійного програмування. URL: [https://www.mathros.net.ua/transportna-zadacha-matematychna-postanovka-
zadachi.html](https://www.mathros.net.ua/transportna-zadacha-matematychna-postanovka-
zadachi.html)
17. Козаченко Д. М., Венігора Р. В., Малашкін В. В. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі : навчальний посібник для ВНЗ. Дніпро: ДНУЗТ ім. ак. В.Лазаряна, 2015. 277 с. URL: [https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/12234476-dd55-4a00-80a4-
20234b04ea77/content](https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/12234476-dd55-4a00-80a4-
20234b04ea77/content)
18. Використання штучного інтелекту в управлінні транспортними потоками та логістичними реакціями. URL: [https://cargofy.ua/uk/blog/vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-upravlinni-
transportnimi-potokami-ta-logistichnimi-reakciyami](https://cargofy.ua/uk/blog/vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-upravlinni-
transportnimi-potokami-ta-logistichnimi-reakciyami)

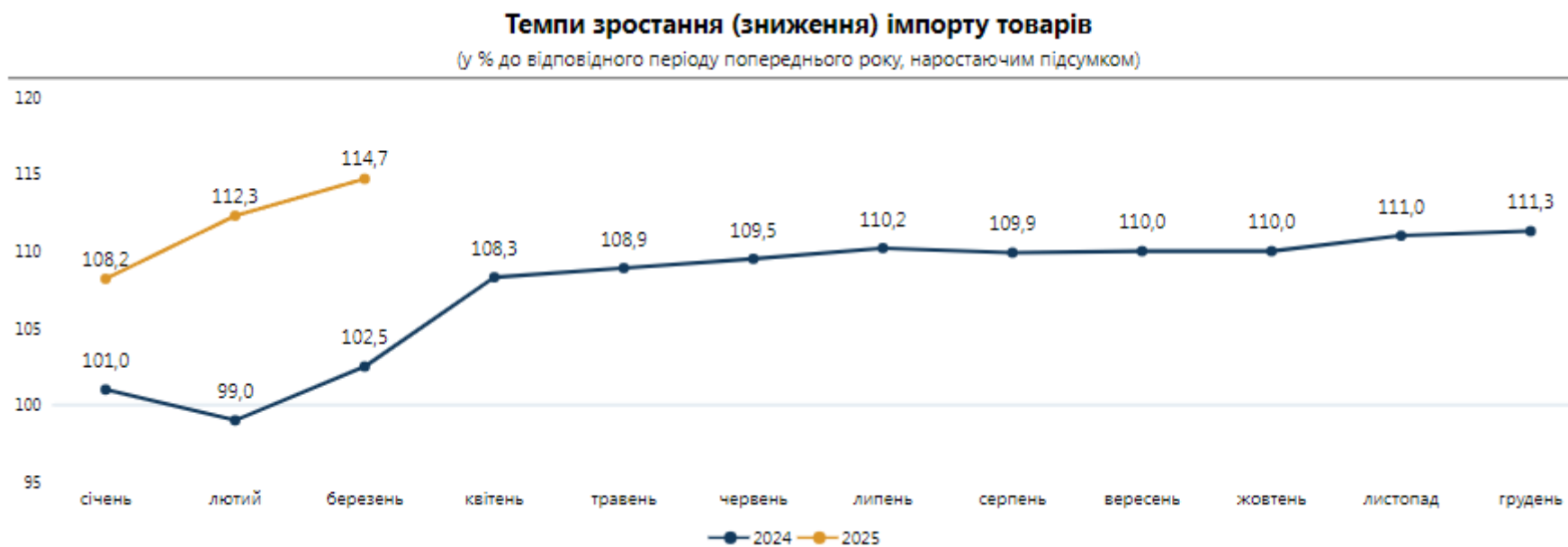
Виконав	Берестова Є.Д.							Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.							70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРБ 275 02 ПЗ

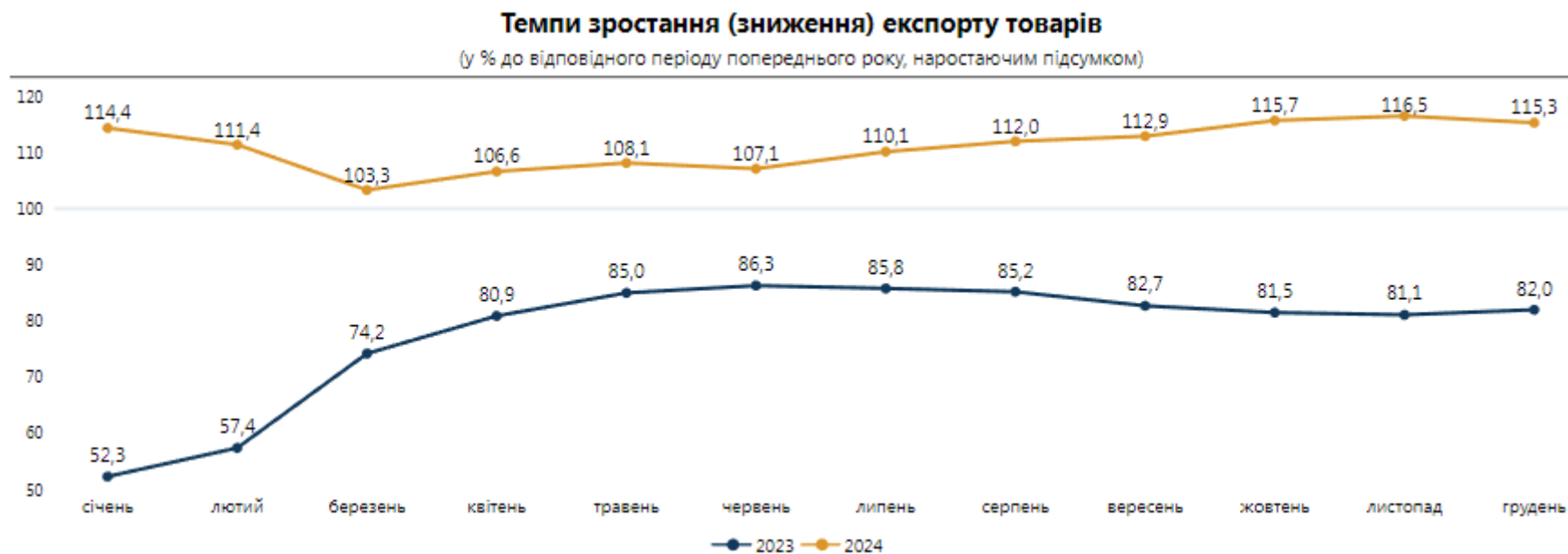
ДИНАМІКА ЕКСПОРТУ ВАНТАЖІВ У І КВАРТАЛІ 2025 РОКУ ПОРІВНЯНО З 2024 РОКОМ



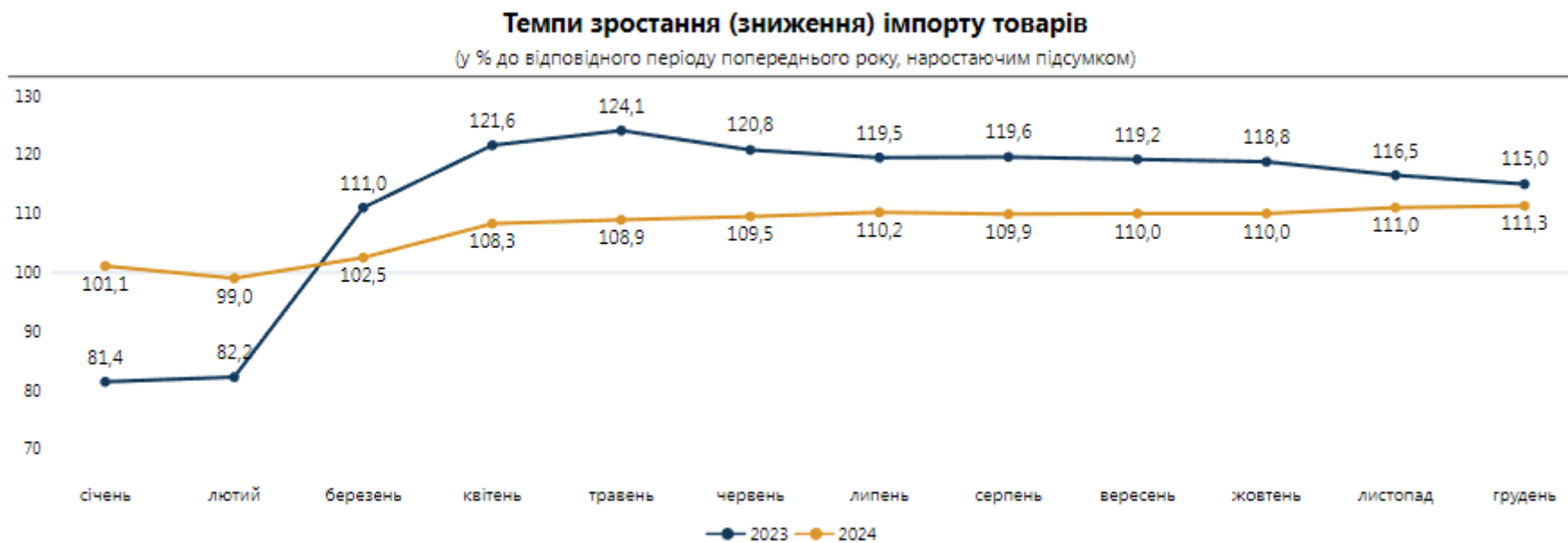
ДИНАМІКА ІМПОРТУ ВАНТАЖІВ У І КВАРТАЛІ 2025 РОКУ ПОРІВНЯНО З 2024 РОКОМ



ДИНАМІКА ЕКСПОРТУ ВАНТАЖІВ У 2025 РОЦІ ПОРІВНЯНО З 2023 РОКОМ



ДИНАМІКА ІМПОРТУ ВАНТАЖІВ У 2025 РОЦІ ПОРІВНЯНО З 2023 РОКОМ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

**«ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ АВТОПІДПРИЄМСТВА, ЩО ОБСЛУГОВУЄ
ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ»**

**студентки групи Т21-3
БЕРЕСТОВОЇ ЄЛИЗАВЕТИ ДМИТРІВНИ**

**Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)**

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра:
завідувач кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики,
кандидат технічних наук, доцент,
Кузьменко Альбіна Ігорівна

(підпис)

Дніпро
2025

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЕКСПОРТНО-ІМПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Динаміка експорту вантажів у і кварталі 2025 року порівняно з 2024 роком



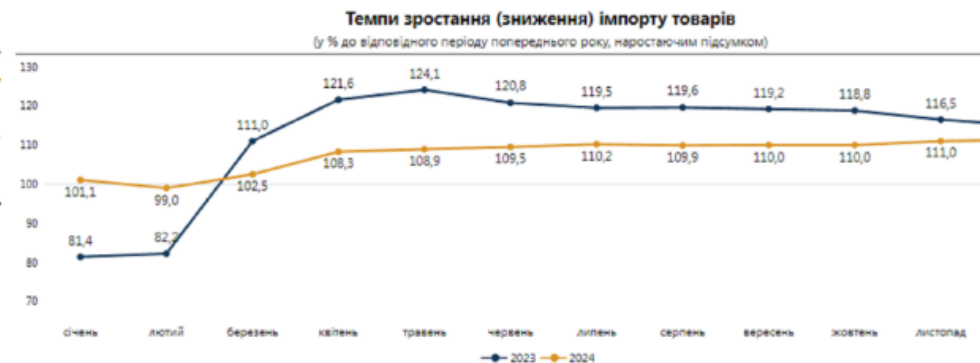
Динаміка імпорту вантажів у і кварталі 2025 року порівняно з 2024 роком



Динаміка експорту вантажів у 2025 році порівняно з 2023 роком



Динаміка імпорту вантажів у 2025 році порівняно з 2023 роком



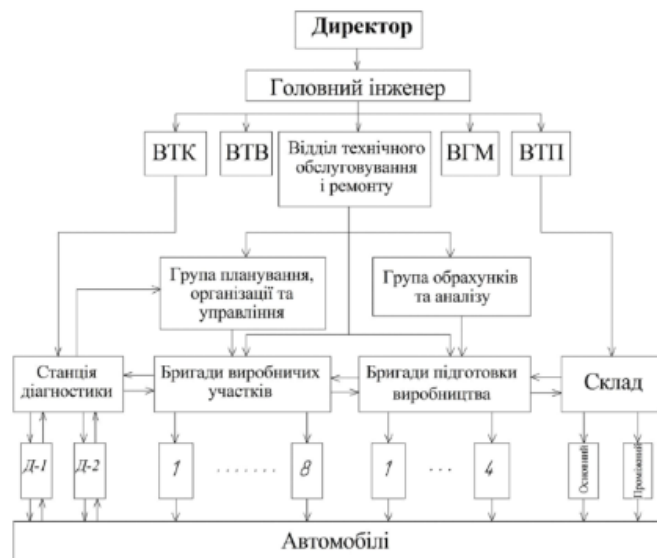
				КРБ 275 02 ГЧ		
Відп. за заг. ред.	Відп. за зміст.	Відп. за оформ.	Відп. за підпис.	Організація роботи авто-підприємств, що обслуговують вантажні автомобільні перевезення	Лист	Місце
Відп. за заг. ред.	Відп. за зміст.	Відп. за оформ.	Відп. за підпис.			1250
Відп. за заг. ред.	Відп. за зміст.	Відп. за оформ.	Відп. за підпис.		Лист	1 Лист
Відп. за заг. ред.	Відп. за зміст.	Відп. за оформ.	Відп. за підпис.		УМФ, гр. 721-3	4
				Корисливий		
				Формат А1		

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ АВТОПІДПРИЄМСТВОМ

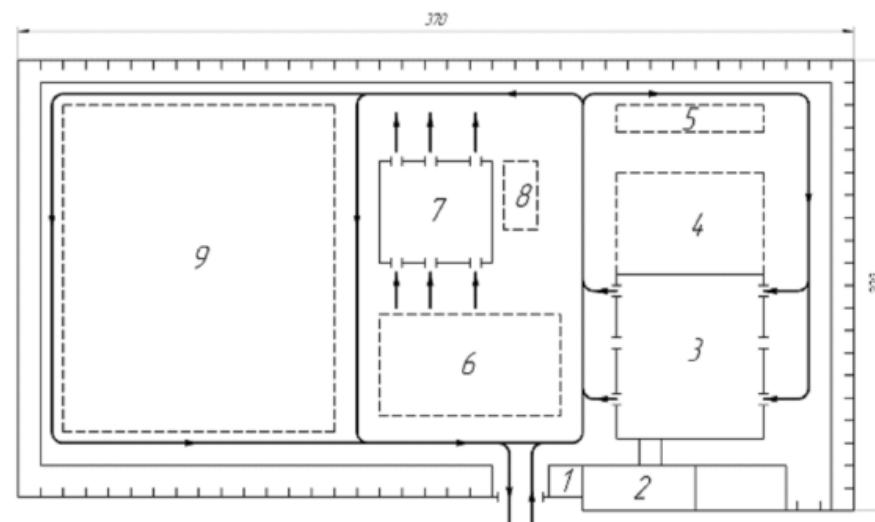
Приклад організаційної структури управління



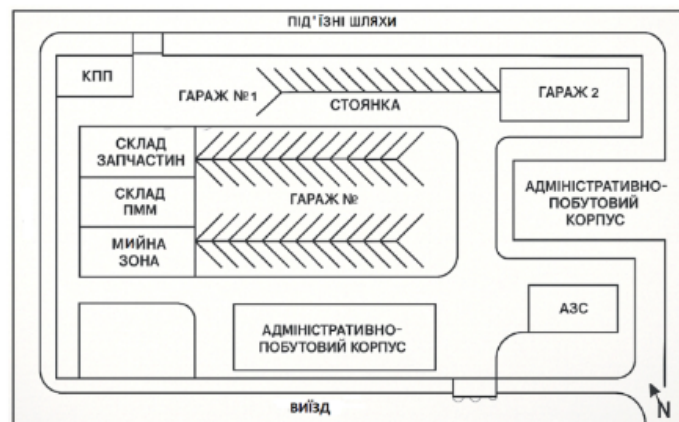
Організаційна структура управління АТП



Компонування генерального плану АТП



Генеральний план АТП на 90 вантажівок



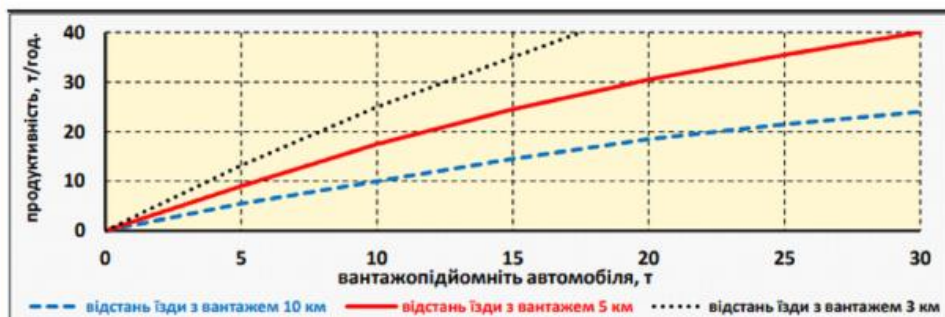
Умовні позначення:

- 1 – контрольно-пропускний пункт;
- 2 – адміністративно-підбудовний корпус;
- 3 – головний виробничий корпус;
- 4 – площа можливого розширення головного корпусу;
- 5,6 – площадки підпарку;
- 7 – допоміжний виробничий корпус;
- 8 – очисні споруди відоротного водопостачання;
- 9 – відкрита стоянка з подііланим підігріванням

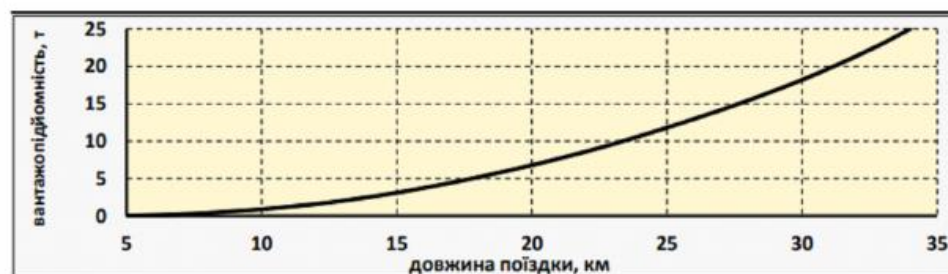
[illegible]

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАЯВНИХ В АВТОПІДПРИЄМСТВІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

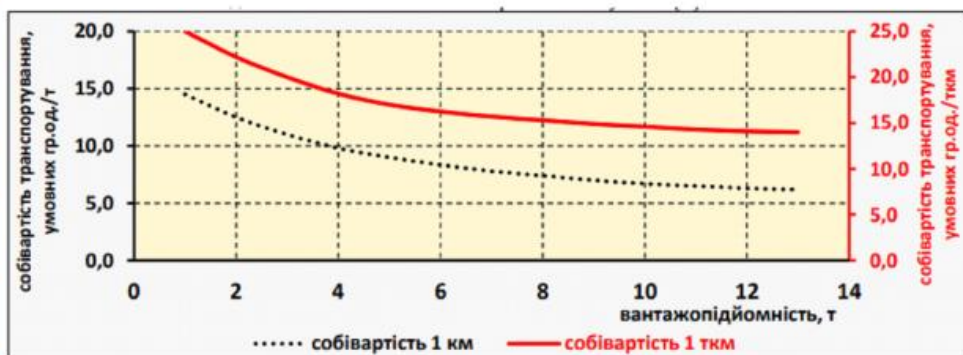
Залежність продуктивності автомобіля від вантажопідйомності



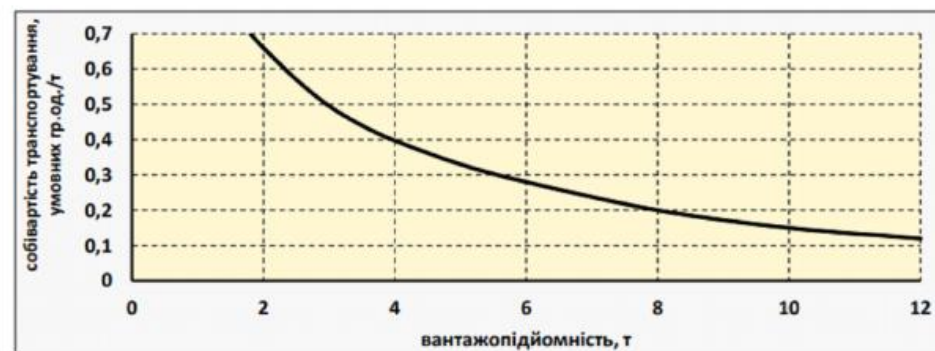
Залежність вантажопідйомності автомобілів від відстані перевезень



Залежність собівартості транспортування від вантажопідйомності спеціалізованих автомобілів



Залежність собівартості транспортування від вантажопідйомності вантажних автомобілів загального призначення



СХЕМИ РОЗРОБЛЕНИХ МАЯТНИКОВИХ ТА КІЛЬЦЕВИХ МАРШРУТІВ

Схема маятникового маршруту № 1

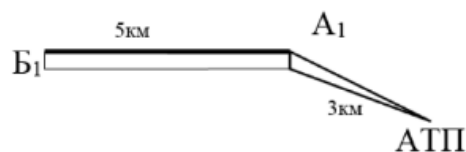


Схема маятникового маршруту № 2

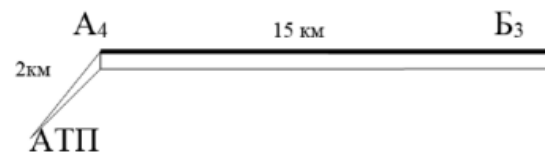


Схема трьохланкового кільцевого маршруту № 5

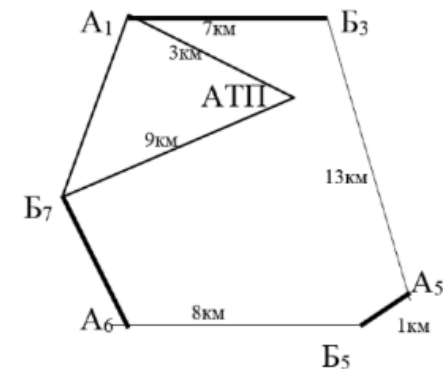


Схема дволанкового кільцевого маршруту: а) маршрут № 3; б) маршрут № 4.

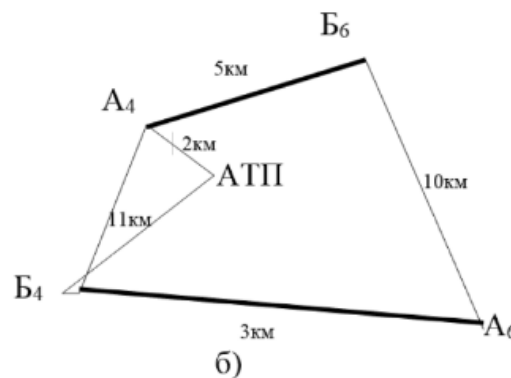
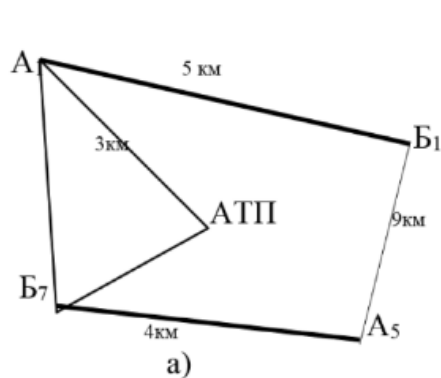
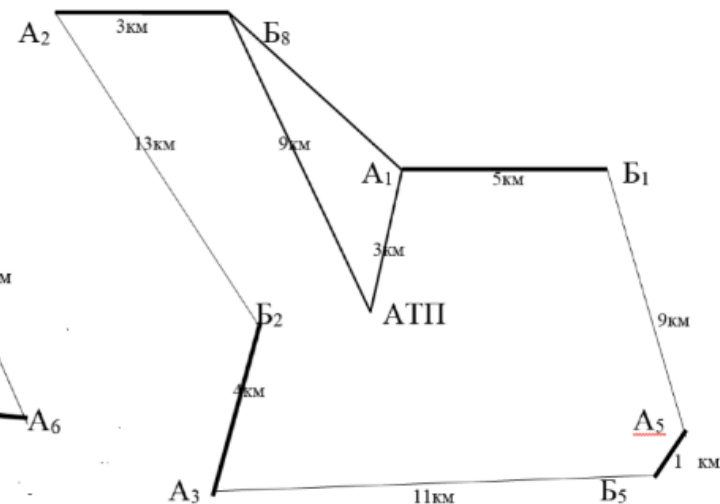


Схема чотирьохланкового кільцевого маршруту № 6



КРБ 275 02 ГЧ				Лист	Масштаб	Масштаб
Відп. за зміст	№ документації	Зміст	Дата	Організація роботи авто-підприємства, що обслуговує маршрут автомобільного транспорту		
Відп. за виконання	Відп. за виконання	Відп. за виконання	Відп. за виконання	1:250		
Відп. за виконання	Відп. за виконання	Відп. за виконання	Відп. за виконання	Лист 4 з 4		
Відп. за виконання	Відп. за виконання	Відп. за виконання	Відп. за виконання	УМФ, зр. Т21-3		
Корисний				Формат А1		