

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

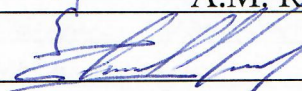
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ У УМОВАХ
ТОВ «ПРЕОБРАЖЕНСЬКЕ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-319м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

		<u>Р.О. Павленко</u> (прізвище та ініціали)
Керівник		<u>А.М. Каплуновська</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент		<u>А.Ю. Сосик</u> (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____ машинобудівний, транспортний
 Кафедра _____ «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти _____ магістр
 Спеціальність _____ 275 Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 «Транспортні технології»
 проф. Турпак С.М. _____
 «__» _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Павленка Романа Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення організації автомобільних перевезень сільськогосподарських вантажів у умовах ТОВ «Преображенське»

керівник проекту (роботи) Каплуновська Алла Миколаївна,
 _____ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» листопада 2020 р. №354

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. Салма розширення відправників та одержувачів сільськогосподарської продукції. 2. Найкращий варіант руху складу підприємства. 3. Статистичні дані про обсяги перевезень вантажів. 4. Точка етикетки показує.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина. 2 Основна частина.

2.3. Розробка плану маршрутизації перевезень зернових вантажів;

2.1. Вибір та обґрунтування типу руху складу

2.2. Визначення найкоротших відстаней між пунктами

транспортної мережі; 2.4. Розробка добового плану перевезень

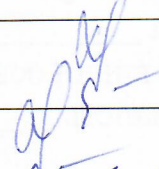
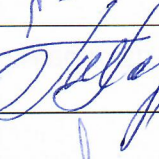
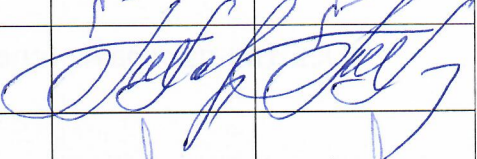
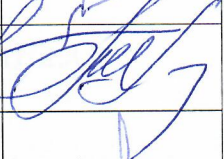
вантажів; 2.5. Визначення показників роботи автомобілів на

маршрутах 2.6. Визначення оптимальної за вантажопроможністю структури

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

Презентація магістерської роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Каплуновська А.М., ст. викл.		
Основна частина	Каплуновська А.М., ст. викл.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

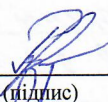
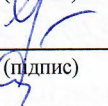
7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09-04.10	
2	Аналітична частина	07.10-18.10	
3	Основна частина	21.10-04.11	
4	Економічна частина	05.11-15.11	
5	Охорона праці	18.11-22.11	
6	Оформлення МР	25.11-29.11	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12-14.12	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12-18.12	
9	Захист магістерських робіт	22.12-24.12	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

(підпис)

Р.О. Павленко
(прізвище та ініціали)

А.М. Каплуновська
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 103 с., 61 табл., 7 рис., 12 джерел.

Об'єкт дослідження — сільськогосподарське підприємство ТОВ «Преображенське», а саме організація перевезень зернових культур та використання власного парку рухомого складу на перевезеннях.

Мета дослідження — розробка проектних рішень щодо удосконалення організації перевезень зернових культур та оптимізація структури парку транспортних засобів з метою зниження експлуатаційних витрат на утримання парку та перевезення вантажів.

Методи дослідження — аналітичні, ймовірно-статистичні, економіко-математичні з використанням ЕОМ.

Проведений аналіз існуючого стану з організації перевезень зернових культур та умови використання парку автомобільних транспортних засобів на підприємстві ТОВ «Преображенське».

За допомогою математичних методів прогнозування визначені проектні обсяги перевезень. Розроблені плани та графіки перевезень зернових культур з використанням різних типів рухомого складу. При розробці маршрутів руху автомобілів застосований метод попередньої оптимізації порожніх пробігів з використанням ЕОМ. Проведений статистичний аналіз розмірів вантажних партій у замовленнях на перевезення та відстані перевезень. Встановлені закони розподілу цих випадкових величин. Запропонована оптимальна структура парку рухомого складу.

ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ, МЕХАНІЗОВАНИЙ ТІК, МАРШРУТИЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, МЕТОД СУМІЩЕНИХ ПЛАНІВ, ГРАФІК РУХУ, СТРУКТУРА ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ

ЗМІСТ

	Завдання на магістерську роботу	2
	Реферат	4
	Вступ	7
1	Аналітична частина	8
1.1	Загальна характеристика ТОВ «Преображенське»	8
1.2	Характеристика вантажів, умови їх перевезення та зберігання	10
1.3	Техніко-експлуатаційні характеристики транспортного парку підприємства	14
1.4	Аналіз та розрахунок вантажопотоків	16
1.5	Аналіз технології, організації та управління перевезеннями ...	26
1.6	Аналіз літературних джерел за темою роботи	28
1.7	Недоліки існуючого становища та постановка задач роботи ...	32
2	Основна частина	34
2.1	Вибір та обґрунтування типу рухомого складу	34
2.2	Визначення найкоротших відстаней між пунктами транспортної мережі	39
2.3	Розробка плану маршрутизації перевезень зернових вантажів	43
2.3.1	Загальна постановка задачі маршрутизації	43
2.3.2	Оптимізація порожнього пробігу автомобілів	47
2.3.3	Формування маршрутів методом суміщених матриць	50
2.4	Розробка добового плану перевезень вантажів	56
2.5	Визначення показників роботи автомобілів на маршрутах	62
2.6	Визначення оптимальної за вантажопідйомністю структури парку рухомого складу	63
2.6.1	Статистичний аналіз замовлень на перевезення	65

2.6.2	Розрахунок потрібної кількості автомобілів за типами	68
3	Економічна частина	75
3.1	Розрахунок економічної ефективності організації перевезень зернових культур	75
3.2	Розрахунок економічної ефективності оптимізації структури парку транспортних засобів	80
3.2.1	Розрахунок додаткових капітальних вкладень	80
3.2.2	Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію парку транспортних засобів підприємства	81
3.2.3	Розрахунок чистої поточної вартості проекту оптимізації структури парку рухомого складу	87
4	Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях	88
4.1	Аналіз потенційних небезпек	88
4.2	Заходи з забезпечення безпеки	89
4.3	Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці	90
4.4	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	96
4.4.1	Заходи з пожежної безпеки	96
4.4.2	Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях	97
	Висновки	101
	Перелік посилань	102

ВСТУП

Транспорт є невід'ємною частиною виробничих процесів різних галузей промисловості. Не виключенням є сільське господарство, де транспорт відіграє неабияку роль. Своєчасно виконані перевезення продукції рослинництва, тваринництва, птаководства без втрат дозволяють зберегти у товарному вигляді сільськогосподарську продукцію, що є найважливішим з продуктів для забезпечення життєдіяльності населення держави.

Транспорт виконує найважливіші функції з переміщення матеріальних потоків як у межах держави, так і за її межами. У теперішній час все більшу роль серед видів транспорту набуває автомобільний транспорт. Такі його переваги як мобільність, практично повна гарантія доставки вантажів у необхідний термін «від дверей до дверей», широкий типаж рухомого складу (як універсального так і спеціалізованого) робить його конкурентноспроможним, а у випадку перевезень сільськогосподарських вантажів з сільгосппідприємств, єдино можливим серед інших.

В умовах ринкової економіки на сучасному етапі розвитку економіки України важливою задачею є зменшення частки транспортних витрат у собівартості сільськогосподарської продукції з одночасним зменшенням її втрат у процесі складування, переробки та транспортування.

У даній магістерській роботі розглянуті питання удосконалення організації автомобільних перевезень зернових вантажів на базі сільськогосподарського підприємства ТОВ «Преображенське», що знаходиться у Запорізькій області. Запропоновані шляхи зменшення витрат на перевезення вантажів, зокрема, раціональна маршрутизація автомобільних перевезень з його централізованим управлінням та оптимізація структури парку рухомого складу за вантажопідйомністю.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика ТОВ «Преображенське»

Сільськогосподарське підприємства ТОВ «Преображенське» знаходиться у місті Гуляйполі Запорізької області, по вулиці Спартаківська 26.

Матеріально-технічна база головного підприємства складається з адміністративної будівлі (загальна площа 137,9 м²), мийки (загальна площа 8,6 м²), пожежного депо (загальна площа 137,9 м²), приміщення ПММ (загальна площа 96,7 м²), пункту технічного огляду на 40 місць для автомобілів (загальна площа 353 м²), кочегарка (загальна площа 10,5 м²), склад запасних частин (загальна площа 82,6 м²), профілактична майстерня на 5 автомобілів загальною площею 638 м² (включає в себе шиномонтажний пост, токарну дільницю, фрезерну дільницю, свердлильну дільницю, вулканізаторну, акумуляторну, мідницький цех, шліфувальну дільницю), кузню (загальна площа 39,1 м²), басейн. Схема генерального плану підприємства наведена на рисунку 1.1.

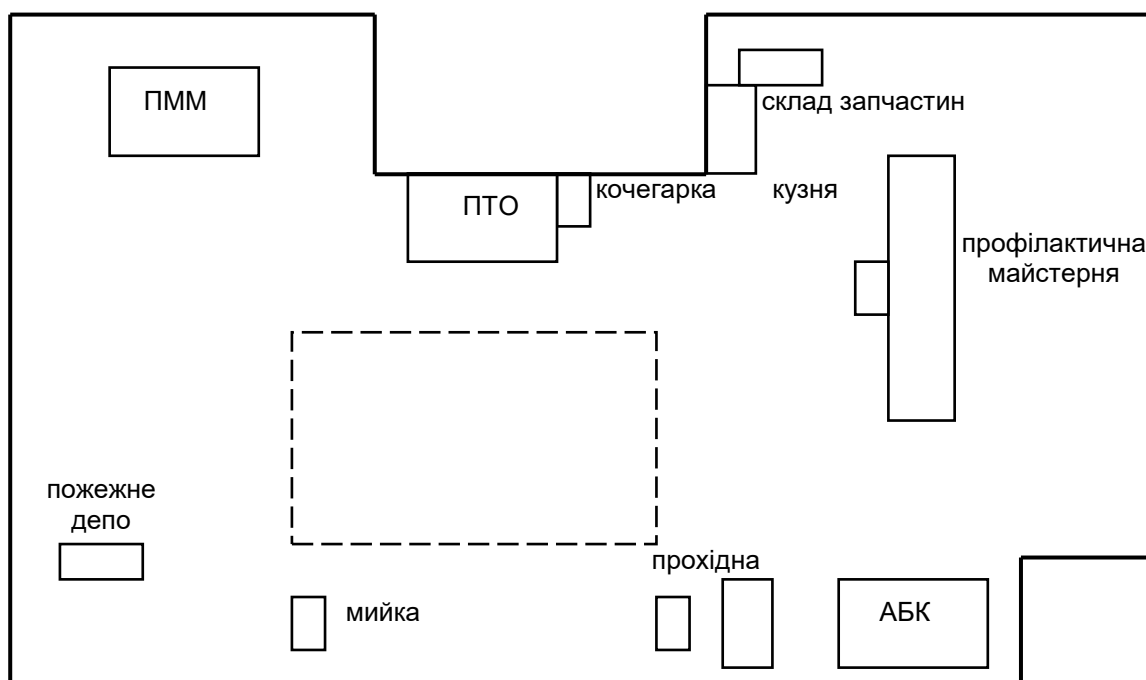


Рисунок 1.1 — Схема території підприємства ТОВ «Преображенське»

Виробнича база підприємства складається з 5 відділень.

Перше відділення знаходиться у селі Червона Криниця. Штат відділення налічує управляючого, 2 бухгалтерів, завідувача током, комірника, завідувача гаражем, комірника складу запчастин, заправника, бригадира, обліковця, електрика, слюсаря, 9 робітників, кухара та охоронця. Автопарк першого відділення має 6 водіїв вантажних автомобілів, 16 трактористів, 2 зварювальників, 18 комбайнерів.

Друге відділення знаходиться у селі Новоселівка. Штат відділення налічує управляючого, бухгалтера, комірника току, заправника, бригадира, обліковця, електрика, механіка, слюсаря, 4 робітників, кухара та 2 охоронців. Автопарк другого відділення має 4 водіїв вантажних автомобілів, 6 трактористів та зварювальника.

Третє відділення знаходиться у селі Корніївка. Штат відділення налічує бригадира, агронома, обліковця, гідротехніка, 2 слюсаря, 4 робітників, кухара та 2 охоронців. Автопарк третього відділення має 8 трактористів та зварювальника.

Четверте відділення знаходиться у селі Велика Білозірка. Штат відділення налічує управляючого, інженера, 3 бухгалтерів, завідувача током, бригадира, завідувача гаражем, обліковця, електрика, механіка, слюсаря, 5 робітників, кухара та 8 охоронців. Автопарк третього відділення має 4 водіїв вантажних автомобілів, 17 трактористів, зварювальника та токаря.

П'яте відділення знаходиться у селі Щербакі. Відділення відкрите нещодавно. Штат відділення налічує управляючого, обліковця-заправника, бригадира, кухара та 2 охоронців. Автопарк п'ятого відділення має 5 трактористів та зварювальника.

ТОВ «Преображенське» здійснює перевезення по всій території України. Перевезення здійснюються посезонно:

– влітку: перевезення зернових культур на Пологівський КХП, Оріхівський КХП, Пришибський КХП, Фісаковський КХП, ПП «Рамбір» (м. Київ), ПАТ «Оптімус» (м. Дніпро);

– восени: перевезення насіння соняшника на Пологівський ОЕЗ, Оріхівський КХП, ПП «Рамбірс» (м. Київ), ПАТ «Оптімус» (м. Дніпропетровськ); перевезення соняшникової олії на ПрАТ «Дніпрянка» (м. Київ), ПрАТ «Каргіл» (Донецька область), ТОВ «Лариса» (м. Київ);

– взимку та навесні: перевезення насінного матеріалу (соняшнику, кукурудзи, пшениці, ячменю), мінеральних добрив з ТОВ «Сади України» (м. Херсон), ТОВ «Райз-Агросервіс» (м. Токмак), ПрАТ «Каргіл» (Донецька область), ПАТ «Суміхімпром» (м. Суми). Також здійснюються перевезення паливного вугілля для забезпечення опалення шкіл, дитячих садків та сільських рад, виконання перевезень на основі замовлень споживачів (сільськогосподарські підприємства регіону, приватні особи тощо).

1.2 Характеристика вантажів, умови їх перевезення та зберігання

За своїм призначенням *зернові вантажі* поділяють на три групи:

- 1) злакові: пшениця, жито, просо, гречка тощо;
- 2) бобові: квасоля, соя тощо;
- 3) олійні: соняшник, конопля, льон.

Зерно відноситься до цінних продовольчих вантажів, при перевезенні яких необхідно забезпечувати збереження у кількісному та якісному відношеннях. Значний вплив на об'ємну вагу зернових вантажів має скважність та вологість. Скважність визначає просідання зерна у процесі перевезення та сприяє його повітропроникненості. Скважність та об'ємна вага зернових вантажів наведені у таблиці 1.1.

У більшій мірі вологість зернових культур залежить від вологості оточуючого середовища, так як зерновим вантажам властива підвищена гігроскопічність. В залежності від ступеня вологості зерна основні зернові вантажі поділяються на чотири групи: сухі, середньої сухості, вологі та сирі (таблиця 1.2).

Таблиця 1.1 — Сквашність та об'ємна вага зернових вантажів

Зерновий вантаж	Об'ємна вага, т/м ³	Сквашність, %
Пшениця	0,70 – 0,86	0,35 – 0,45
Жито	0,68 – 0,79	0,35 – 0,45
Ячмінь	0,65 – 0,78	0,45 – 0,55
Овес	0,40 – 0,54	0,50 – 0,70
Кукурудза у зернах	0,70 – 0,80	0,35 – 0,55
Льон у насінні	0,65 – 0,75	0,35 – 0,45
Соняшникове насіння	0,30 – 0,45	0,60 – 0,80
Гречка	0,46 – 0,58	0,50 – 0,60
Просо	0,70 – 0,83	0,30 – 0,50
Рис	0,85 – 0,90	0,50 – 0,65

Таблиця 1.2 — Вологість зернових вантажів

Зерновий вантаж	Вологість, %			
	сухий	середньої сухості	вологий	сирий
Пшениця, жито, ячмінь, гречка	до 14	14 – 15,5	15,5 – 17	понад 17
Овес, кукурудза у зерні, горох	до 14	14 – 16	16 – 18	понад 18
Кукурудза у початках	до 16	16 – 18	18 – 20	понад 20
Соняшникове насіння	до 11	11 – 13	13 – 14,5	понад 14,5

Вологість сприяє інтенсифікації розвитку та протікання біологічних процесів у масі зернових вантажів. Прискорюються процеси дихання зернової маси та життєдіяльності мікроорганізмів та комірних шкідників, що супроводжуються поглинанням кисню повітря з наступним виділенням вуглекислого газу, вологи та тепла.

Низька теплопровідність зерна призводить до накопичення тепла у масі вантажу та сприяє прогресуючому самонагріванню. При нагріванні до температури 50 – 60° С у зерна з'являється гнильний, солодовий запах, затхлість, а його маса різко зменшується. Відбувається псування вантажу. Зміна хімічного складу та наступне псування зерна відбуваються також під впливом світла. Якість зерна визначають за запахом, смаком та кольором (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 — Показники якості зерна

Стан зерна	Запах	Смак	Колір
Свіже	Нормальний, мало чутний	Прісний, злегка солодкуватий	Рівний, без плям, на зламі білий чи жовтий
Лежале	Злегка затхлий	Кислуватий	Те ж, але поверхня матова
Попсоване	Затхлий	Кислий чи гіркий	Бурий, з темними плямами, на зламі темний

Важливою особливістю зернових вантажів є їх здатність поглинати та стійко утримувати побічні запахи. Тому рухомий склад при підготовці до перевезення зерна необхідно ретельно очищувати від залишків попередніх вантажів, а у необхідних випадках промивати.

Одним з показників якості зерна є засміченість. Розрізняють наступні види домішок: мінеральні (земля, каміння, пил), органічні (полова, солома), зернові (биті та попсовані зерна), насіння інших рослин, шкідливе насіння (головня, кукіль), зернові шкідники (кліщі, довгоносики). В залежності від виду та призначення зерна його граничне засмічення механічними та рослинними домішками складає 1 ... 8%.

Сипкість зернових вантажів залежить від форми, розмірів та маси окремих частинок, вологості, скважності. Кут природного нахилу зерна складає:

для пшениці 16–38⁰, для жита 17–38⁰, для ячменю 16–45⁰, для вівса 18–54⁰, для гороху 20–35⁰, для льняного насіння 14–34⁰.

Більшість зернових вантажів перевозяться у критому чи спеціальному рухомому складі. Перевірка маси зерна виконується зважуванням. При видачі зернових вантажів враховують норми точності зважування чи розходження у показаннях ваг та природного збитку ватажу.

При перевезенні зерна автомобільним транспортом вантажовідправники, вантажоодержувачі та транспортні підрозділи повинні вживати заходів щодо запобігання псуванню зерна під впливом атмосферних опадів та втрат.

Зерно може перевозитись тарним чи безтарним способом рухомих складом з бортовими чи самоскидальними кузовами. При підготовці рухомого складу до перевезень транспортні підприємства повинні забезпечувати ущільнення у місцях з'єднання підлоги та бортів кузова, нарощувати борти кузовів до висоти 1,0 – 1,1 м від підлоги кузова.

Рухомий склад для перевезення зерна повинен бути обладнаний пологамі. Кріплення пологів до кузова рухомого складу до початку перевезення зерна повинно здійснюватись автотранспортним підприємством.

Автотранспортні підприємства приймають та здають зерно від сільськогосподарських підприємств за масою. Для визначення маси зерна приймальні пункти та сільськогосподарські підприємства повинні зважувати рухомого складу з вантажем та без нього при кожній їзді.

Вантажоодержувач повинен розвантажувати зерно на приймальних пунктах з автомобілів за допомогою стаціонарних чи пересувних автомобілеперекидачів. При розвантаженні автомобіля перекидачами водій повинен встановити автомобіль на перекидач, загальмувати його та вийти з кабіни.

1.3 Техніко-експлуатаційні характеристики транспортного парку підприємства

Для виконання перевезень ТОВ «Преображенське» має автомобільну та тракторну техніку. Парк автомобілів налічує 9 легкових автомобілів, 13 вантажних автомобілів, 3 причепа та тракторну техніку. Кількісний склад транспортного парку підприємства наведений у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 — Кількісний склад транспортного парку підприємства

Марка	Кількість автомобілів за типами рухомого складу				
	легкові	бортові	самоскиди	півпричепа	причепа
Nissan	1	–	–	–	–
SAAB	1	–	–	–	–
ЗАЗ	1	–	–	–	–
ВАЗ	5	–	–	–	–
ІЖ	1	–	–	–	–
КАМАЗ	–	–	12	–	–
МАЗ	–	4	–	–	1
ГАЗ	–	18	2	–	–
ГКБ	–	–	–	–	1
СЗАП	–	–	–	–	1
Всього	9	22	14	–	3

Таблиця 1.5 — Технічні характеристики вантажних автомобілів

Характеристика	Значення для вантажного автомобіля	
	МАЗ-5334	ГАЗ-53-12
1. Вантажопідйомність, т	8,7	4,5
2. Габаритні розміри, мм		
довжина	7100	6395
ширина	2500	2380
висота	2900	2220

Кінець таблиці 1.5.

Характеристика	Значення для вантажного автомобіля	
	МАЗ-5334	ГАЗ-53-12
3. Внутрішні розміри кузова, мм		
довжина	4965	3740
ширина	2350	2170
висота	685	610
4. Витрати палива, л/100 км	23,0 д	25,0

Таблиця 1.6 — Технічні характеристики самоскидів

Характеристика	Значення для самоскида	
	ГАЗ-САЗ-3507	КАМАЗ-55102
1. Вантажопідйомність, т	4,0	7,0
2. Габаритні розміри, мм		
довжина	6476	7570
ширина	2456	2500
висота	2400	2900
3. Внутрішні розміри кузова, мм		
довжина	3516	4525
ширина	2280	2310
висота	620	816
4. Витрати палива, л/100 км	28,0	36,5 д

Таблиця 1.7 — Технічні характеристики універсальних причепів

Характеристика	Значення для причепа	
	ГКБ-8328	МАЗ-8926
1. Вантажопідйомність, т	6,3	8,2
2. Габаритні розміри, мм		
довжина	7430	7710
ширина	2498	2500
висота	1978	2240

Кінець таблиці 1.7.

Характеристика	Значення для причепа	
	ГКБ-8328	МАЗ-8926
3. Внутрішні розміри кузова, мм		
довжина	5244	5500
ширина	2428	2365
висота	608	685
4. Базовий тягач	МАЗ-5335	МАЗ-5335

1.4 Аналіз та розрахунок вантажопотоків

Перевезення сільськогосподарських культур носять ярко виражений сезонний характер. Пік обсягів перевезень припадає на період збору врожаю. Динаміка обсягів перевезень по місяцях року (у процентах від річного загального обсягу перевезень вантажу) наведена у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 — Динаміка обсягів перевезень по місяцях року (%)

Культура	Частка річного обсягу перевезень по місяцях (%)			
	липень	серпень	вересень	жовтень
Зернові	43	37	15	5
Соняшник	–	1	61	38

Обсяги перевезень зернових культур та насіння соняшника залежать від посівних площ та врожайності. Обсяги перевезень вугілля припадають на вересень-жовтень. Статистичні дані про обсяги перевезень вантажів по роках наведені у таблиці 1.9.

Виконаємо прогнозування обсягів перевезень на поточний рік методом експоненціального згладжування [1, 2].

Таблиця 1.9 — Обсяги перевезень вантажів по роках

Рік	Зернові культури			Насіння соняшника		
	посівні площі, тис. га	врожайність, ц/га	обсяг переве- зень, т	посівні площі, тис. га	врожайність, ц/га	обсяг переве- зень, т
2006	1,58	26,5	4179	0,17	14,6	251
2007	1,49	27,9	4169	0,18	13	229
2008	1,54	32,1	4936	0,18	12,7	223
2009	1,45	26,8	3897	0,19	9,1	174
2010	1,52	24,3	3696	0,22	14,2	308
2011	1,42	19,6	2791	0,23	10,5	238
2012	1,62	24,5	3963	0,22	11,5	255
2013	1,47	20,8	3067	0,27	9,3	253
2014	1,41	19,7	2785	0,31	10	311
2015	1,47	19,4	2845	0,32	12,2	386
2016	1,68	27,1	4540	0,27	9,4	253
2017	1,66	27,3	4533	0,30	12	366
2018	1,34	18,2	2444	0,43	11,2	482
2019	1,66	28,3	4695	0,38	8,9	337

Під прогнозом розуміється науково обґрунтоване судження щодо можливих станів об'єкту у майбутньому і альтернативних шляхів та строків їх здійснення на основі екстраполяції минулого досвіду. Сутність методів прогнозування полягає у тому, що в результаті аналізу статистичних даних за відомий період установлюється тенденція змінювання показника, на основі чого визначається його величина на розрахунковий період. Прогнозування показників транспортної роботи виконуються статистичними методами на основі вивчення їх минулих і поточних значень з урахуванням закономірностей імовірних характеристик досліджуваних показників.

Математичні методи прогнозування передбачають підбір і обґрунтування математичної моделі досліджуваного процесу, а також способів визначення її невідомих параметрів. Задачі прогнозування при цьому зводяться до розв'язку рівнянь, що описують дану модель для заданого моменту часу.

Особливість моделей прогнозу з математичної точки зору полягає у тому, що в них незалежною змінною виступає час, і тому одним із важливих етапів процесу прогнозування є складання динамічних рядів, які характеризують змінювання показника за минулий період часу.

В основу побудови моделі перспективного прогнозу покладено принцип інтерполяції – розповсюдження залежностей отриманих в результаті математичної обробки статистичних даних за минулий період шляхом згладжування рядів на майбутній період часу.

Метод експоненціального згладжування полягає у тому, що часовий ряд згладжується за допомогою *виваженої* змінної середньої. При побудові моделі, яка описує тренд, більша питома вага надається середнім, отриманим із останніх членів часового ряду, так як рахують, що розвиток процесу у перспективі в більшій ступені залежить від спостережень за декілька останніх періодів. При цьому ваги змінної середньої, за допомогою якої виконується згладжування часового ряду, змінюється за експоненціальним законом.

Тренд часового ряду y_t ($t = 1, 2, \dots, n$) у загальному вигляді можна описати поліномом p -ї степені

$$y_t = a_0 + a_1 t + \frac{a_2}{2!} t^2 + \dots + \frac{a_p}{p!} t^p. \quad (1.1)$$

Необхідно за даними динамічного ряду y_t скласти прогноз на момент часу $(n + \tau)$ ($\tau = 1, 2, \dots, T$) шляхом виваження спостережень ряду y_t таким чином, щоб більш пізнім спостереженням надавались більші ваги, ніж більш раннім.

Прогноз рівнів ряду y_t в момент часу $t + \tau$ ($\tau = n$) можна побудувати за допомогою розкладу в ряд Тейлора

де n – кількість періодів часового ряду.

В техніко-економічних прогнозах найчастіше зустрічаються лінійні і квадратичні функції. Застосуємо для прогнозування обсягів перевезень квадратичну функцію виду

$$\tilde{y}_t = a_0 + a_1 t + \frac{1}{2} a_2 t^2. \quad (1.6)$$

Вона включає експоненціальні середні першого $S_t^{[1]}$, другого $S_t^{[2]}$ і третього $S_t^{[3]}$ порядків:

$$\begin{aligned} S_t^{[1]} &= a_0 - \frac{\beta}{\alpha} a_1 + \frac{\beta(2 - \alpha)}{2\alpha^2} a_2; \\ S_t^{[2]} &= a_0 - \frac{2\beta}{\alpha} a_1 + \frac{\beta(3 - 2\alpha)}{\alpha^2} a_2; \\ S_t^{[3]} &= a_0 - \frac{3\beta}{\alpha} a_1 + \frac{3\beta(4 - 3\alpha)}{2\alpha^2} a_2 \end{aligned}$$

Звідки невідомі коефіцієнти моделі розраховуються за формулами

$$\begin{aligned} a_0(t) &= 3 \left[S_t^{[1]} - S_t^{[2]} \right] + S_t^{[3]}; \\ a_1(t) &= \frac{\alpha^2}{\beta^2} \left[(6 - 5\alpha) S_t^{[1]} - 2(5 - 4\alpha) S_t^{[2]} + (4 - 3\alpha) S_t^{[3]} \right]; \\ a_2(t) &= \frac{\alpha^2}{\beta^2} \left[S_t^{[1]} - 2S_t^{[2]} + S_t^{[3]} \right]. \end{aligned}$$

Наприклад, для прогнозування обсягів перевезень зернових культур матимемо:

1) обчислюємо параметр згладжування α та коефіцієнт β

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{2}{14 + 1} = 0,133; \\ \beta &= 1 - \alpha = 1 - 0,133 = 0,867; \end{aligned}$$

2) для першого періоду $S_t^{[1]} = S_2^{[1]} = S_3^{[3]} = y_1 = 4179$;

3) для другого періоду $m = 2$ маємо

$$S_2^{[1]} = 0,133 \cdot 4169 + 0,867 \cdot 4179 = 4177,7 ;$$

$$S_2^{[2]} = 0,133 \cdot 4177,7 + 0,867 \cdot 4179 = 4178,8 ;$$

$$S_t^{[3]} = 0,133 \cdot 4178,8 + 0,867 \cdot 4179 = 4178,9 ;$$

4) значення коефіцієнтів прогнозного рівняння

$$a_0(2) = 3S_2^{[1]} - 3S_2^{[2]} + S_2^{[3]} = 3 \cdot 4177,7 - 3 \cdot 4178,8 + 4178,9 = 4175,6 ;$$

$$a_1(2) = \frac{\alpha}{2\beta^2} \left[(6 - 5\alpha)S_2^{[1]} - 2(5 - 4\alpha)S_2^{[2]} + (4 - 3\alpha)S_2^{[3]} \right] = \frac{0,133}{2 \cdot 0,867^2} \times \\ \times [(6 - 5 \cdot 0,133)4177,7 - 2(5 - 4 \cdot 0,133)4178,8 + (4 - 3 \cdot 0,133)4178,9] = \\ = -0,473;$$

$$a_2(2) = \frac{\alpha^2}{\beta^2} \left[S_2^{[1]} - 2S_2^{[2]} + S_2^{[3]} \right] = \frac{0,133^2}{0,867^2} (4177,7 - 2 \cdot 4178,8 + 4178,9) = -0,022.$$

5) прогнозне значення для другого періоду

$$\tilde{y}_2 = 4175,6 - 0,473 \cdot 1 + \frac{1}{2}(-0,022) \cdot 1^2 = 4174,9.$$

6) подальші розрахунки зводимо до таблиці 1.10.

7) для обчислення прогнозу приймаємо $y_{15} = \tilde{y}_{14} = 3744,4$ на 15 період , після чого розраховуємо коефіцієнти прогнозової моделі та прогнозне значення обсягу перевезень.

Аналогічні розрахунки проводимо для прогнозування обсягів перевезень насіння соняшнику (таблиця 1.11). За даними розрахунків будуємо графіки фактичних та прогнозованих значень обсягів перевезень по роках статистичного періоду (рисунок 1.2).

Таблиця 1.10 — Прогнозування обсягів перевезень зернових культур

Період t	y_t	$S_t^{[1]}$	$S_t^{[2]}$	$S_t^{[3]}$	$a_0(t)$	$a_1(t)$	$a_2(t)$	$\tilde{y}_t$	$y_t - \tilde{y}_t$
1	4179	4179	4179	4179	–	–	–	–	–
2	4169	4177,5	4178,6	4178,7	4175,4	0,473	-0,022	4174,9	-6
3	4936	4278,3	4191,8	4180,5	4439,8	37,183	1,7669	4477,9	458
4	3897	4227,5	4196,6	4182,6	4275,4	10,149	0,3991	4285,8	-389
5	3696	4156,9	4191,3	4183,8	4080,4	-18,65	-0,988	4061,3	-365
6	2791	3975,2	4162,6	4180,9	3618,8	-82,57	-3,976	3534,3	-743
7	3963	3973,6	4137,4	4175,2	3683,7	-65,29	-2,967	3617	346
8	3067	3853	4099,6	4165,1	3425,4	-95,51	-4,261	3327,7	-261
9	2785	3711	4047,9	4149,5	3138,8	-126,6	-5,537	3009,4	-224
10	2845	3595,9	3987,8	4128	2952,3	-140,3	-5,923	2809	36
11	4540	3721,4	3952,4	4104,7	3411,8	-60,48	-1,851	3350,4	1189
12	4533	3829,4	3936	4082,2	3762,3	-3,759	0,930	3759	774
13	2444	3645,1	3897,3	4057,6	3301,1	-67,96	-2,162	3232	-788
14	4695	3784,7	3882,4	4034,3	3741,5	2,3375	1,278	3744,4	950
15 ($\tau=1$)	3744,4	3779,4	3868,7	4012,3	3744,4	3,6163	1,278	3748,7	–

Обсяги перевезень між відправниками та одержувачами вантажу залежать від потужності приймальних пунктів, виду та якості вантажу і кон'юнктури ринку. Статистичні дані про розподіл вантажопотоків між вантажними пунктами за 2019 рік наведені у таблиці 1.12. Схема розташування відправників і одержувачів наведена на рисунку 1.2, а ряди динаміки і результати прогнозування вантажопотоків наведені на рисунку 1.3.

Враховуючи дані прогнозу та зменшуючи обсяг перевезень для зернових культур на 25% і збільшуючи обсяги перевезення соняшнику на 4% отримаємо прогнозовані проектні обсяги перевезень (таблиця 1.13).

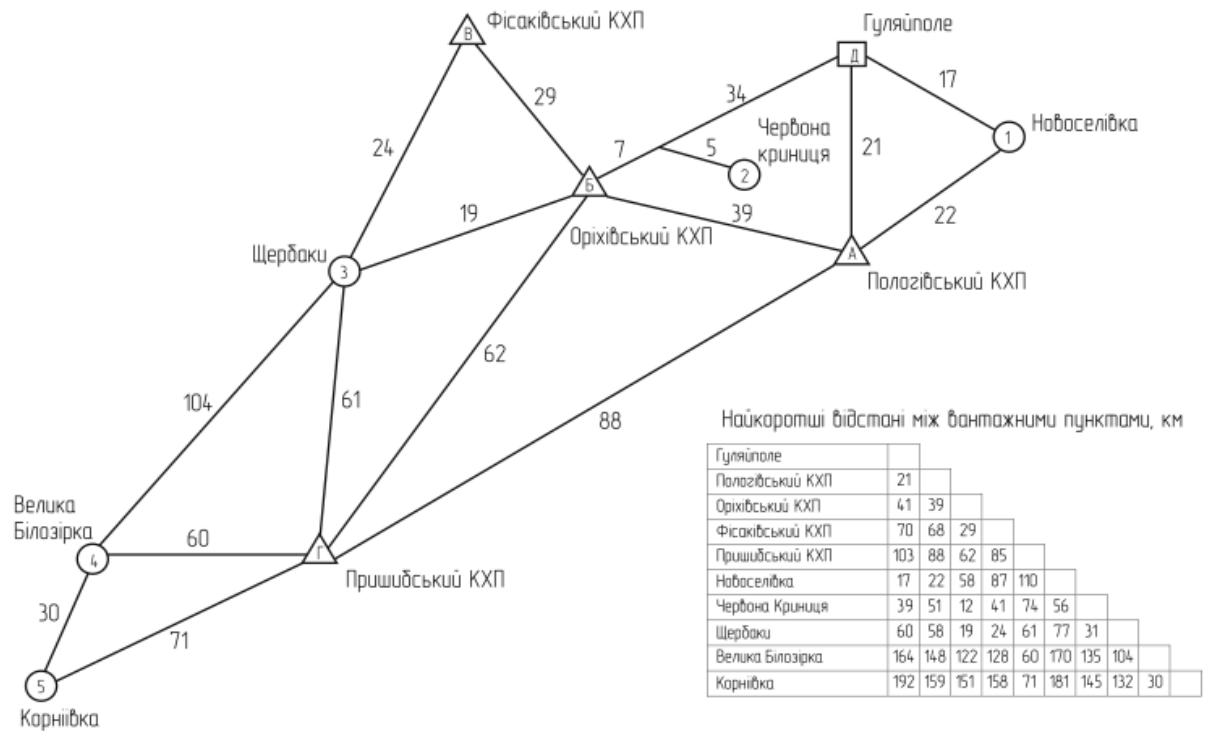
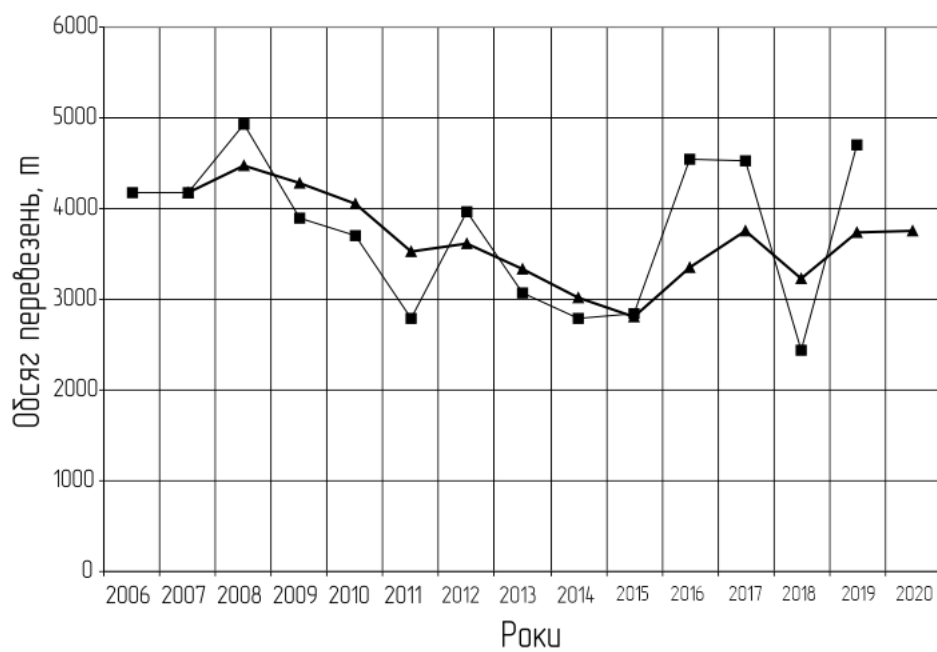


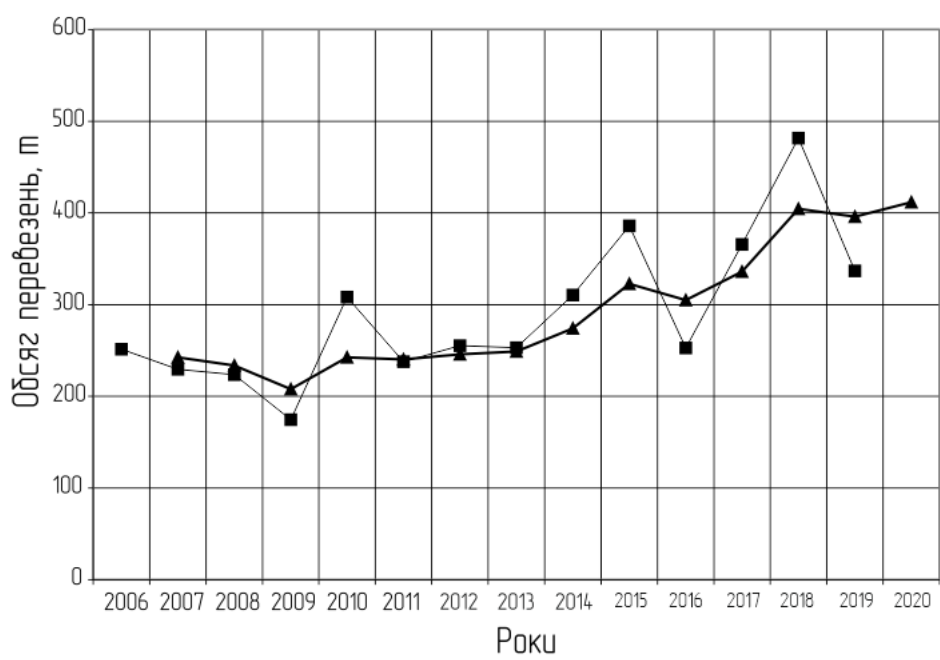
Рисунок 1.2 — Схема розташування відправників та одержувачів вантажу

Таблиця 1.11 — Прогнозування обсягів перевезень насіння соняшнику

Період t	y_t	$S_t^{[1]}$	$S_t^{[2]}$	$S_t^{[3]}$	$a_0(t)$	$a_1(t)$	$a_2(t)$	$\tilde{y}_t$	$y_t - \tilde{y}_t$
1	251	251	251	251					
2	229	248,11	250,62	250,95	243,44	-1,075	-0,051	242,34	-13
3	223	244,83	249,85	250,8	235,76	-2,062	-0,095	233,65	-10
4	174	235,48	247,94	250,42	213,05	-5,088	-0,235	207,84	-33
5	308	245,16	247,57	250,04	242,83	-0,346	0,0017	242,49	66
6	238	244,18	247,12	249,65	240,85	-0,577	-0,009	240,27	-2
7	255	245,65	246,92	249,29	245,49	0,1555	0,0259	245,65	10
8	253	246,63	246,88	248,97	248,21	0,5451	0,0431	248,78	4
9	311	255,13	247,98	248,84	270,28	3,6468	0,1884	274,02	36
10	386	272,52	251,24	249,16	312,99	9,378	0,4516	322,60	63
11	253	269,9	253,73	249,77	298,28	6,3714	0,2874	304,80	-52
12	366	282,62	257,57	250,8	325,95	9,6673	0,4303	335,83	30
13	482	309,09	264,42	252,61	386,62	17,321	0,7733	404,32	77
14	337	312,78	270,85	255,04	380,81	14,75	0,6145	395,87	-59
15 ($\tau=1$)	395,87	323,83	277,9	258,08	395,87	15,365	0,6145	411,54	



а)



б)

Рисунок 1.3 — Ряди динаміки і результати прогнозування вантажопотоків зернових культур (а) та насіння соняшника (б)

Таблиця 1.12 — Дані про розподіл обсягів перевезень за 2019 рік, т

Відправник	Зернові культури				Соняшник		Всього
	Пологівський КХП	Оріхівський КХП	Фісаківський КХП	Пришибський КХП	Оріхівський КХП	Пологівський ОЕЗ	
Новоселівка	520	220	–	–	28	44	812
Червона Криниця	570	305	75	–	–	131	1081
Щербаки	260	740	521	–	64	–	1585
Велика Білозірка	–	205	–	615	–	41	861
Корніївка	90	53	–	521	29	–	693
Разом	1440	1523	596	1136	121	216	

Таблиця 1.13 — Проектні обсяги перевезень, т

Відправник	Зернові культури				Соняшник		Всього
	Пологівський КХП	Оріхівський КХП	Фісаківський КХП	Пришибський КХП	Оріхівський КХП	Пологівський ОЕЗ	
Новоселівка	415	176	–	–	34	54	679
Червона Криниця	455	243	60	–	–	160	918
Щербаки	207	591	416	–	78	–	1292
Велика Білозірка	–	164	–	491	–	50	705
Корніївка	72	42	–	416	35	–	565
Всього	1149	1216	476	907	147	264	

1.5 Аналіз технології, організації та управління перевезеннями

Перевезення зернових культур та насіння соняшника виконуються у два етапи:

- 1) перевезення зернових та насіння безпосередньо від комбайну на зернові токи відділень;
- 2) перевезення з токів відділень на приймальні пункти.

Організація роботи на період збирання врожаю виконується збирально-транспортними комплексами. Вони призначені для поточного проведення всіх збиральних робіт та відповідних їм операцій у обґрунтований термін за найвищої продуктивності технічних засобів. Всі підрозділи у кожний цикл робіт концентруються в залежності від агробіологічних та погодних умов на одному чи декількох полях, а кожне комбайнова-транспортна ланка, як правило, працює на одній ділянці поля. На збиранні врожаю застосовується вахтова система організації праці. За такої схеми механізатори знаходяться у полі одночасно, але працюють позмінно.

Комбайно-транспортна ланка жне, обмолочує та здійснює перевезення зернових культур на механізовані токи. Кожна ланка включає чотири збиральні агрегати та чотири - п'ять автомобілів.

Комбайнер виконує підготування та грамотну експлуатацію комбайнового агрегату, проведення технічного обслуговування, необхідних регулювань і ремонтів, облік намолоченого зерна. Помічник комбайнера призначається для продовження добового використання комбайна та має посвідчення механізатора. Помічник допомагає комбайнеру у разі виконання ремонтів та регулювань, підмінює комбайнера за графіком чи на його прохання. Водій на відвозі зерна від комбайна виконує необхідні регулювання та ремонти автомобіля, обладнує кузов для перевезення зерна, забезпечує безперебійний відвіз зерна від комбайну без втрат, веде облік зерна сумісно з комбайнером. Водій на полі підлягає комбайнеру, узгоджуючи з ним робочий ритм з приймання зерна з бункера комбайна.

Зазвичай комбайн використовується на збиранні врожаю по 14–16 годин на добу. Зайнятість кожного механізатора складає 7–8 годин на добу. Для водіїв організовується двозмінний графік роботи. Комбайнери та водії автомобілів приймають їжу одночасно. Тривалість обідньої перерви не менше 40 хвилин, норматив короткочасного відпочинку — 10 хвилин. З метою максимального використання тривалості доби всі ланки, включаючи обслуговуючі, будують роботу на підставі двозмінного розкладу, ритмічного чергування часу інтенсивної роботи та відпочинку.

Перевезення зерна від комбайнів виконуються самоскидальним рухомим складом. Відстань перевезень зернових з полів до токів є змінною та коливається у межах 5–10 км. Зернові культури доставляються на механізовані токи відділень, де зерно проходить первинну обробку (очищення від домішок, сушку) та тимчасово складається.

Доставка зернових культур на приймальні пункти виконується самоскидальним та універсальним бортовим рухомим складом. Автомобілі завантажуються на механізованих токах відділень за допомогою зернових навантажувачів чи самопливом з бункерів. Схема транспортної мережі з зазначенням відстаней між пунктами та відстанями перевезень між ними (токами та приймальними пунктами) наведена на рисунку 1.2. Розвантаження автомобілів на приймальних пунктах виконується за допомогою стаціонарних автомобілерозвантажувачів чи, в окремих випадках при перевезенні зерна самоскидами, перекиданням кузову. Діаграма вантажопотоків наведена на рисунку 1.4.

Завантаження автомобіля залежить від виду культури, її вологості, кількості домішок тощо. Кількість вантажу, що перевозиться за їздки автомобілями наявних типів наведена у таблиці 1.14.

Під час вивозу зернових та соняшника на приймальні пункти автомобілі закріплюються за відділеннями та працюють на маятникових маршрутах з оборотним порожнім пробігом. Таким чином, транспортне обслуговування відділень є децентралізованим. Оперативне керівництво перевезеннями покладене на управляючих відділеннями.

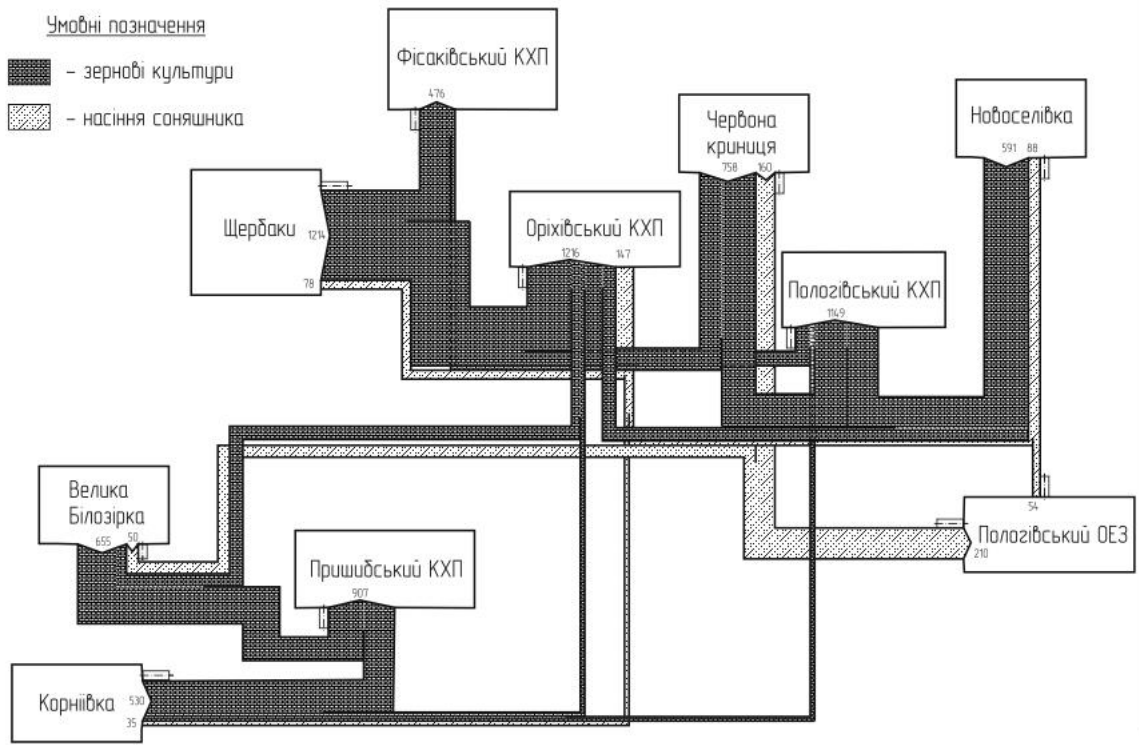


Рисунок 1.4 — Діаграма вантажопотоків

Таблиця 1.14 — Норми завантаження автомобілів

Марка автомобіля	Кількість вантажу у кузові автомобіля, т	
	зернові культури	насіння соняшнику
МАЗ-5335	5,6	3,2
ГАЗ-53-12	4,0	2,2
ГАЗ-САЗ-3507	3,5	1,9
КАМАЗ-5501	7,0	6,0

1.6 Аналіз літературних джерел за темою роботи

Імітаційні моделі планування та управління роботою автомобільного транспорту при перевезенні сільськогосподарських вантажів. / Бакаєв А.А., Даниліна І.А. – Київ, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова.

Існуючі методи планування та організації процесів виробництва, транспортування та переробки сільськогосподарських продуктів не дозволяють у повній мірі вирішувати задачі, спрямовані на зниження втрат продукції під час збирання врожаю та під час його транспортування. Лише за допомогою сучасних ЕОМ та економіко-математичних методів можна вирішити проблеми, що пов'язані з організацією оперативного управління збиранням, перевезенням та заготівлею сільськогосподарських продуктів.

Представлення управління у вигляді процесу знаходження рішення системи рівнянь, що оптимізують функцію цілі, як цього вимагають багато сучасних математичних методів управління, не завжди раціонально, а нерідко просто неможливо, оскільки такий підхід не дозволяє управляти об'єктами, які описуються рівняннями такої розмірності. З практичної точки зору більш перспективним є ситуаційне управління. Воно передбачає виявлення найбільш характерних ситуацій, а також передбачення критичних та екстремальних ситуацій та управління системами по цим ситуаціям. При ситуаційному управлінні варіанти дій задаються статично. Закладене у варіанті рішення підходить, як правило, для певної ситуації.

Досліджувана система – складний комплекс, а саме збирально-транспортно-заготівельний комплекс, що виконує збирання, транспортування та переробку зернових культур. Вся система розглядається як складна система масового обслуговування, що складається з окремих підсистем: «поле», «дорога», «механізований тік», «хлібоприймальний пункт». Для дослідження процесів транспортного обслуговування такої складної системи аналітичного апарату теорії систем масового обслуговування недостатньо. Відомо, що при рішенні складних задач масового обслуговування добре зарекомендували себе методи імітаційного моделювання, зокрема імовірісно-автоматне моделювання.

Сполучення методу імовірісно-автоматичного моделювання з ситуаційним управлінням розширює коло задач, що вирішуються за допомогою методів імітаційного моделювання, створює нові можливості для дослідження поведінки системи у критичних умовах та управління нею.

У зону одного току та хлібоприймального пункту входять декілька вантажовідправників, що закріплені за цими об'єктами, та транспорт, що доставляє вантаж від вантажовідправника (сільськогосподарські колективні підприємства) до вантажоодержувача (тік, хлібоприймальний пункт). Один вантажовідправник має декілька точок відправлення вантажу (поля, на яких вирощуються зернові культури).

Особливості перевезення різних сільськогосподарських вантажів відрізняються один від одного. Так, наприклад, цукрові буряки з полів збирають та вивозять поточним, перевальним чи поточно-перевальним способами. Причому кожен з них застосовується у залежності від конкретних умов: відстані перевезень, забезпеченості збиральною технікою, транспортними засобами.

У моделі розглядаються чотири найбільш типових варіанти функціонування системи в залежності від погодних умов. Критичні ситуації у досліджуваному комплексі можуть виникати також за нормальних погодних умов, якщо, наприклад, виходять з ладу технічні засоби, що зайняті його обслуговуванням. До технічних засобів відносяться автомобілі, що зайняті перевезенням зерна; навантажувально-розвантажувальні пристрої, що встановлені на механізованих токах та на хлібоприймальних пунктах.

Кожна з підсистем «поле», «дорога», «механізований тік», «хлібоприймальний пункт» описується двома моделями. Перша модель (ситуаційна) представляє собою сукупність управляючих автоматів, які в залежності від конкретних ситуацій виробляють керуючі дії на другу модель. Друга модель (імітаційна) імітує події, що відбуваються при транспортному обслуговуванні кожної підсистеми.

Всі розроблені моделі описують роботу досліджуваного комплексу у нормальних погодних умовах. З погіршенням погодних умов окремі параметри у моделях управління та відповідні їм параметри у моделях планування (імітації) змінюються. Представлений підхід дозволяє вирішити питання організації оперативного управління збирально-транспортно-заготівельним комплексом у сільському господарстві за допомогою методів ситуаційного управління та імітаційного моделювання.

Математичне моделювання технологічних систем експлуатації машинно-тракторного парку / Курочкін В.Н.; Азово-Чорноморська державна агроінженерна академія. – Зеленоград, 2012. – 182 с.

Розроблений комплекс з восьми математичних моделей та програм їх реалізації на ЕОМ для управління параметрами процесів машинокористування у державному сільськогосподарському підприємстві, а також комплекс програм для управління ефективністю фермерських господарств та їх асоціацією. Використання адекватного математичного апарату теорії марківських процесів та її додатків, розробка адекватних математичних моделей та алгоритмів статистичного моделювання за методом особливих станів, обслуговування транзактів та використання ресурсів дозволяє з заданою довірчою імовірністю провести дослідження функціонування системи машинного та транспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва та отримати достовірні результати. Аналіз результатів досліджень був проведений за програмами SAS та SAP на комп'ютерній системі фірми IBM.

Бі-Дабл у Європі // Міжнародні автомобільні перевезення. – 2018. – №3, С. 50-51.

Обговоренням та розробкою нових концепцій займається Міжнародна технічна комісія МСАТ-МТК. У цьому документі МТК позитивно оцінює таке явище, як «Бі-Дабл». «Бі-Дабл» у принципі є транспортним засобом, у якому один тягач тягне два пів причепа. Зараз такий вантажний транспортний засіб широко використовується у США, Канаді, Австралії та Франції. З технічної точки зору, різниця може бути тільки у способі з'єднання двох пів причепів. Інакше кажучи, з двох звичайних пів причепів останній у цьому ланцюгу спирається на колісний візок зі зчіпним пристроєм. Більш удосконалена система передбачає встановлення сидельного пристрою у хвостовій частині першого пів причепа. Це означає, що зчіпний візок не потрібний та необхідно на одну муфту менше. «Бі-Дабл» може викликати цікавість у особливих логістичних концепціях, де вантажний автомобіль повинен забрати чи розвезти вантаж у містах чи у сільській місцевості, де прокладені невеликі чи ґрунтові дороги.

У цьому випадку ці два пів причеви розчіпляються чи завантажуються та розвантажуються по черзі на території підприємств-клієнтів. Концепція «Бі-Дабл» використовується на операціях з неповністю завантаженими автомобілями (експрес-доставка, групування вантажів), нерідко з двома взаємозамінними кузовами.

Дослідження економічної ефективності та надійності транспортно-технологічних систем експлуатації машинно-тракторного парку / Курочкін В. Н.; Азово-Чорноморська державна агро інженерна академія. – Зеленоград, 2016. – 182 с.

Розглянуті питання удосконалення експлуатації машинно-тракторного парку у нових економічних умовах з системних позицій з використанням методів системного аналізу як технологічної системи. З метою зменшення витрат на функціонування технологічних систем машиновикористання з використанням математичного моделювання розроблені заходи, що дозволяють зберегти врожай та рентабельність товарного виробництва в умовах експлуатації, що склалися, «ножиць цін» на промислову та сільськогосподарську продукції, інфляції.

1.7 Недоліки існуючого становища та постановка задач роботи

Проаналізувавши існуючий стан з організації перевезень вантажів на ТОВ «Преображенське» можна відзначити наступні недоліки:

а) нераціональне використання автомобілів внаслідок децентралізованої організації транспортного обслуговування вантажовідправників. Децентралізація транспортного обслуговування призводить до низького використання пробігу автомобілів, які працюють на маятникових маршрутах з оберненим порожнім пробігом;

б) неефективне використання спеціалізованих транспортних засобів (самоскидів) на перевезенні зернових вантажів з механізованих токів до приймальних пунктів. Враховуючи, що приймальні пункти обладнані засобами для розвантаження автомобілів (автомобілеперекидачами), використання самоскидів на таких перевезеннях не є ефективним, оскільки вони у експлуатації є більш коштовними у порівнянні з універсальними автомобілями такої ж вантажопідйомності;

в) неоптимальна структура парку за вантажопідйомністю, через що доводиться використовувати на перевезеннях в основному автомобілі невеликої вантажопідйомності, що виконують задані обсяги перевезень за декілька їздок.

Враховуючи це, у магістерській роботі передбачається розробити наступні заходи, що направлені на поліпшення ефективності транспортного обслуговування відправників та одержувачів вантажу та зниження транспортних витрат:

а) впровадити централізовану маршрутну систему транспортного обслуговування, за якої з'являється можливість організувати кільцеві маршрути руху автомобілів та покращити використання ними пробігу;

б) обґрунтувати тип та кількість рухомого складу, що дозволить виконувати перевезення вантажів з мінімальними витратами. Це обґрунтування пропонується зробити з використанням наявного рухомого складу та придбанням нового рухомого складу;

в) визначити оптимальну структуру парку рухомого складу підприємства за вантажопідйомністю.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування типу рухомого складу

Найбільш важливим фактором, що визначає вибір вантажопідйомності рухомого складу — партійність перевезень. Аналіз залежності техніко-економічних показників роботи автомобілів від їх вантажопідйомності показав, що для крупнопартійних перевезень доцільно використовувати рухомий склад найбільшої вантажопідйомності, що допускається граничними осьовими навантаженнями та габаритними регламентаціями на шляхах. При цьому слід особливу увагу приділити ефективній організації навантажувально-розвантажувальних робіт, оскільки використання у комплексі з такими автомобілями малопотужних навантажувальних чи розвантажувальних засобів призводять до збільшення витрат, не забезпечуючи суттєвого зростання продуктивності. Вибір рухомого складу при заданих навантажувально-розвантажувальних засобах виконується, як правило, шляхом співставлення витрат за різних варіантів перевезень.

Застосування спеціалізованого рухомого складу, що пристосований для перевезення різних видів вантажів, дозволяє більш ефективно організувати транспортний процес — зменшити кількісні та якісні втрати вантажу у процесі перевезень, знизити трудомісткість навантаження та розвантаження, виключити додаткові операції, що виконуються при перевезенні, зменшити витрати на тару, підвищити безпеку руху. В нашому випадку на перевезенні зерна та насіння соняшника можна застосувати наступні типи рухомого складу:

1) універсальні автомобілі ГАЗ-53-12. Вантажопідйомність автомобіля складає 4,5 т, маса вантажу у кузові автомобіля 4,0 т (зерно) чи 2,2 т (соняшник). Навантаження виконується зерновим навантажувачем, розвантаження — автомобілерозвантажувачем;

2) автомобіль-самоскид ГАЗ-САЗ-3507. Вантажопідйомність автомобіля 4,0 т, маса вантажу у кузові автомобіля 3,5 т (зерно), чи 1,9 т (соняшник). Навантаження виконується зерновим навантажувачем, розвантаження — перекиданням кузова;

3) автомобіль-самоскид КАМАЗ-55102. Вантажопідйомність автомобіля 7,0 т, маса вантажу у кузові автомобіля 7,0 т (зерно) чи 6,0 т (соняшник). Навантаження виконується зерновим навантажувачем, розвантаження — перекиданням кузова.

Область доцільного застосування автомобілів-самоскидів визначається рівноцінною відстанню перевезень вантажів, тобто відстанню, за якої ефективність універсального та спеціалізованого рухомого складу за порівнюваним критерієм є однаковою. У якості критерію обирається продуктивність автомобіля або собівартість перевезень. Виконаємо порівняльний аналіз продуктивності автомобілів заданих типів.

Годинна виробка універсального автомобіля у тоннах [1, 3]:

$$P_{\Gamma} = \frac{v_{\Gamma} \cdot \beta \cdot q_a}{l_{\Gamma e} + v_{\Gamma} \cdot \beta \cdot t_{\Gamma p}}, \quad (2.1)$$

де v_{Γ} — технічна швидкість руху автомобіля, км/год;

β — коефіцієнт використання пробігу;

q_a — маса вантажу у кузові автомобіля, т;

$l_{\Gamma e}$ — довжина вантажної їздки, км;

$t_{\Gamma p}$ — тривалість простою автомобіля під вантажними операціями, год.

Технічна швидкість руху автомобілів по дорогам поза населених пунктів дорівнює 42 км/год. Автомобілі працюють на маятникових маршрутах з оборонним порожнім пробігом, тобто коефіцієнт використання пробігу складає $\beta = 0,5$. Тривалість простою автомобілів всіх типів визначається продуктивністю зернового навантажувача типу К4-КВП-50 ($\Pi = 50$ т/год) з врахуванням часу на оформлення перевізних документів та зважування ($t_{\text{од}} = 0,15$ год.). Тривалість розвантаження автомобіля на стаціонарному автомобілеперекидачі

становить $t_{\text{ап}} = 2$ хвилини [4]. Тривалість розвантаження автомобілів-самоскидів залежить від їх вантажопідйомності (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 — Норми часу на розвантаження автомобілів-самоскидів

Вид ван- тажу	Спосіб навантаження- розвантаження	Номінальна вантажопідйомність автомобіля-самоскида						
		2,25	3,0	3,5	4,0	4,5	6,0	7,0
		норма часу на 1 т вантажу						
Зерно, насіння	Навантаження – транс- портером, розванта- ження – перекиданням кузова	2,76	2,19	2,03	1,83	1,7	1,38	1,24

Таким чином, залежність продуктивності автомобілів від відстані перевезень зернових культур виражається наступними залежностями:

– для автомобіля ГАЗ-53-12

$$P_{\Gamma} = \frac{42 \cdot 0,5 \cdot 4}{l_{\text{ге}} + 42 \cdot 0,5 \left(\frac{4,0}{50} + 0,15 + \frac{2}{60} + 0,15 \right)} = \frac{84}{l_{\text{ге}} + 8,68};$$

– для автомобіля ГАЗ-САЗ-3507

$$P_{\Gamma} = \frac{42 \cdot 0,5 \cdot 3,5}{l_{\text{ге}} + 42 \cdot 0,5 \left(\frac{3,5}{50} + 0,15 + 3,5 \frac{1,83}{60} + 0,15 \right)} = \frac{73,5}{l_{\text{ге}} + 10,01};$$

– для автомобіля КАМАЗ-55102

$$P_{\Gamma} = \frac{42 \cdot 0,5 \cdot 7,0}{l_{\text{ге}} + 42 \cdot 0,5 \left(\frac{7,0}{50} + 0,15 + 7,0 \frac{1,24}{60} + 0,15 \right)} = \frac{147,0}{l_{\text{ге}} + 12,29}.$$

За визначеними залежностями будуємо графіки (рисунок 2.1).

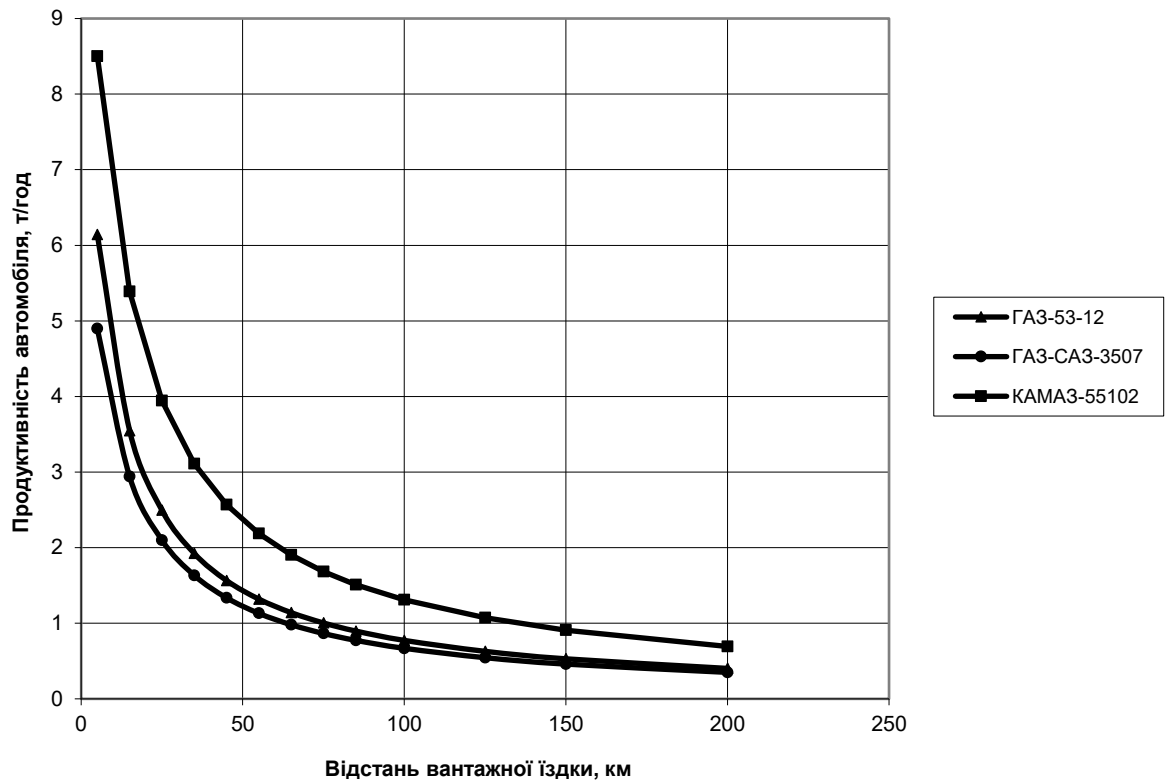


Рисунок 2.1 — Залежності продуктивності автомобілів від довжини вантажної їздки (зернові культури)

Аналогічні розрахунки виконуємо для умов перевезення насіння соняшника:

– для автомобіля ГАЗ-53-12

$$P_{\Gamma} = \frac{42 \cdot 0,5 \cdot 2,2}{l_{\Gamma e} + 42 \cdot 0,5 \left(\frac{2,2}{50} + 0,15 + \frac{2}{60} + 0,15 \right)} = \frac{46,2}{l_{\Gamma e} + 7,92};$$

– для автомобіля ГАЗ-САЗ-3507

$$P_{\Gamma} = \frac{42 \cdot 0,5 \cdot 1,9}{l_{\Gamma e} + 42 \cdot 0,5 \left(\frac{1,9}{50} + 0,15 + 1,9 \frac{1,83}{60} + 0,15 \right)} = \frac{39,9}{l_{\Gamma e} + 8,31};$$

– для автомобіля КАМАЗ-55102

$$P_r = \frac{42 \cdot 0,5 \cdot 6,0}{l_{re} + 42 \cdot 0,5 \left(\frac{6,0}{50} + 0,15 + 6,0 \frac{1,24}{60} + 0,15 \right)} = \frac{126,0}{l_{re} + 11,42}.$$

Графіки залежностей продуктивності автомобілів від довжини вантажної їздки на перевезенні насіння соняшнику показані на рисунку 2.2.

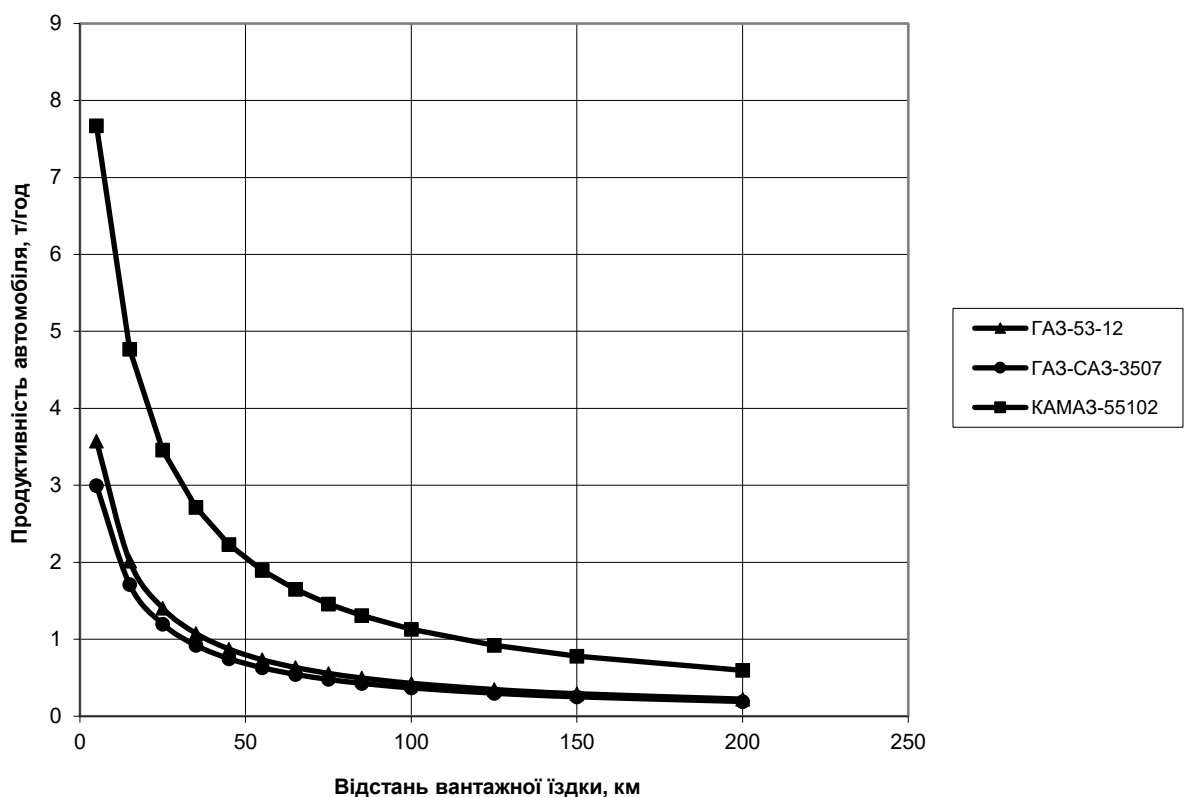


Рисунок 2.2 — Залежності продуктивності автомобілів від довжини вантажної їздки (насіння соняшника)

З графіків бачимо, що у діапазоні наявних відстаней перевезень більш ефективним типом рухомого складу з точки зору продуктивності є самоскид КАМАЗ-55102. За тих же умов використання універсального автомобіля ГАЗ-53-12 є більш доцільним у порівнянні зі самоскидальним ГАЗ-САЗ-3507. При-

чому, зі зменшенням відстані перевезень ці переваги збільшуються. У подальшому розглянемо використання на перевезеннях автомобілів всіх трьох типів та виконаємо економічне обґрунтування вибору типу рухомого складу.

2.2 Визначення найкоротших відстаней між пунктами транспортної мережі

При розв'язанні задач маршрутизації, плануванні та організації перевезень для визначення продуктивності рухомого складу і транспортної роботи використовується один з основних параметрів транспортного процесу – найкоротша відстань між пунктами постачання і споживання.

Задача визначення найкоротшої відстані між пунктами транспортної мережі представляє собою багатоваріантну задачу, яка має множину допустимих розв'язків. Розв'язування задачі здійснюється на основі *моделі транспортної мережі*. Транспортна мережа вважається заданою, якщо визначені вершини мережі, ланки та їх числові значення.

Для моделювання транспортної мережі насамперед потрібний картографічний матеріал. Він повинен бути достатньо викладеним, відображати сучасний стан міста (району) і, по можливості, перспективи його розвитку. Цим вимогам відповідають карти великого масштабу, де нанесені всі існуючі вулиці (шляхи) і проїзди. Картографічний матеріал необхідно доповнити відомостями із комунальних і дорожніх організацій у вигляді переліку вулиць (населених пунктів) і характеристиками їх проїжджої частини.

Для побудови матриці найкоротших відстаней використовуємо граф транспортної мережі (рисунк 1.3). Для зручності позначимо відправників цифрами 1 – 5, а одержувачів – буквами А – Г.

Пошук найкоротших відстаней виконуємо методом потенціалів, сутність якого полягає у наступному [1].

Крок 1. Вершина, від якої потрібно визначити найкоротшу відстань, називається початковою. Початковій вершині надається потенціал $v_i = 0$.

Крок 2. Переглядаються всі ланки, початкові вершини i яких мають потенціали v_i , а кінцеві j — потенціалів не мають. Визначаються значення потенціалів кінцевих вершин v_j за формулою

$$v_j = v_i + c_{ij}v_j, \quad (2.2)$$

де c_{ij} — довжина ланки $(i - j)$, тобто відстань між вершинами i та j .

З усіх отриманих потенціалів вибирається найменший і його значення присвоюється відповідній кінцевій вершині. Ланка $(i - j)$ позначається стрілкою.

Крок 2 повторюється доти, доки всім вершинам даної мережі не будуть присвоєні потенціали. Величина потенціалів відповідних вершин показує найкоротшу відстань від вибраного початкового пункту до даного пункту. Ланки зі стрілками утворюють найкоротший маршрут руху від початкового пункту до всіх інших.

Приймаючи за початок мережі послідовно кожний її пункт (вершину) і виконуючи розрахунки за описаним методом, можна одержати таблицю найкоротших відстаней між всіма пунктами мережі.

Пошук найкоротших відстаней методом потенціалів покажемо на прикладі пошуку відстаней від пункту А (Пологівський КХП) до всіх інших пунктів транспортної мережі (рисунок 2.3).

Приймаємо $v_A = 0$. Розглядаємо всі ланки, що суміжні вершині А. Це ланки АБ, А1, АГ та АД. Визначаємо потенціали цих вершин за формулою (2.2):

$$V_B = v_A + l_{AB} = 0 + 39 = 39 \text{ км.}$$

$$v_1 = v_A + l_{A1} = 0 + 22 = 22 \text{ км;}$$

$$v_D = v_A + l_{AD} = 0 + 21 = 21 \text{ км;}$$

$$v_\Gamma = v_A + l_{A\Gamma} = 0 + 88 = 88 \text{ км.}$$

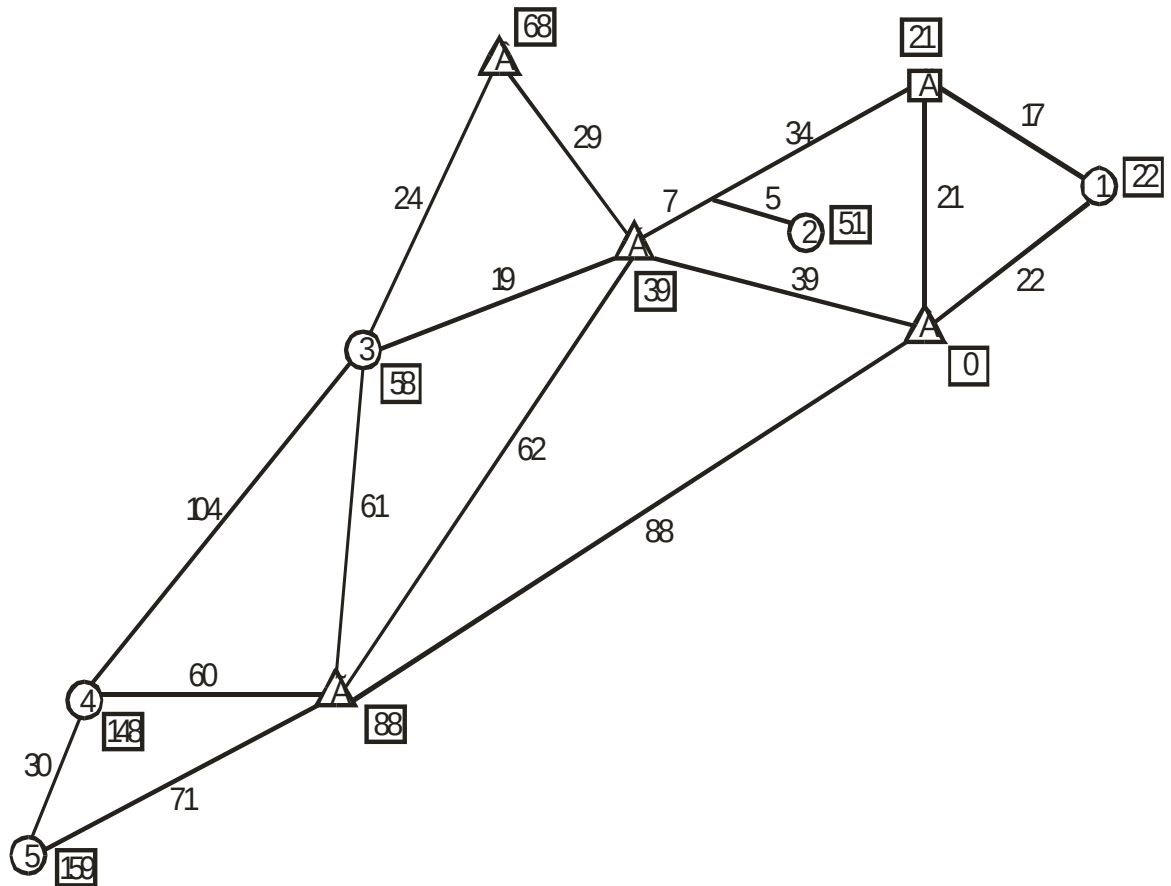


Рисунок 2.3 — Визначення найкоротших відстаней на транспортній мережі методом потенціалів

Знаходимо найменше значення з цих потенціалів

$$\min\{v_B; v_1; v_T; v_D\} = v_D = 21 \text{ км.}$$

Значення потенціалу біля відповідної вершини (Д) помічаємо квадратиком. Тепер за початкову вершину приймаємо вершину Д, потенціал якої вже відомий. Розглядаємо вершини, що суміжні вершині Д та визначаємо потенціали вершин 1, 2 та Б:

$$v_B = v_D + l_{DB} = 21 + 41 = 62;$$

$$v_1 = v_D + l_{D1} = 21 + 17 = 38;$$

$$v_2 = v_D + l_{D2} = 21 + 39 = 60.$$

Отримані потенціали для вершин Б та 1 більше за отримані раніше, тому залишаємо потенціали цих вершин незмінними, тобто $v_B = 39$, $v_1 = 22$. З усіх знайдених потенціалів, що не помічені квадратиком, знаходимо найменше. Це потенціал вершини 1, яку приймаємо за початкову. Помічаємо його квадратиком. Бачимо, що потенціали всіх ланок, що є суміжними вершині 1 вже помічені квадратиками. Тому знаходимо наступний за величиною не помічений потенціал. Це потенціал вершини Б. Помічаємо його квадратиком та розглядаємо всі ланки, що з'єднують вершину Б з іншими вершинами (В, Г, 2, 3), та знаходимо значення їх потенціалів:

$$v_B = v_B + l_{BB} = 39 + 29 = 68;$$

$$v_\Gamma = v_B + l_{B\Gamma} = 39 + 62 = 101;$$

$$v_2 = v_B + l_{B2} = 39 + 12 = 51;$$

$$v_3 = v_B + l_{B3} = 39 + 19 = 58.$$

Отримане значення потенціалу для вершини 2 є меншим, ніж було отримано раніш, тому приймаємо потенціал вершини 2 $v_2 = 51$. Інші потенціали залишаємо незмінними. Тепер початковою вершиною з найменшим значенням потенціалу є вершина 2. З аналогічних міркувань (потенціали суміжних вершин Б і Д вже помічені) помічаємо її потенціал квадратиком та переходимо до розгляду вершини 3 та суміжних з нею вершин В, Г, 4:

$$v_B = v_3 + l_{B3} = 58 + 24 = 82;$$

$$v_\Gamma = v_3 + l_{\Gamma 3} = 58 + 61 = 119;$$

$$v_4 = v_3 + l_{34} = 58 + 104 = 162.$$

Обчислені потенціали вершин В та Г більше, ніж отримані попередньо, тому залишаємо їх незмінними.

Надалі помічаємо квадратиком вершину В (потенціали суміжних вершин Б та 3 вже помічені) та розглядаємо вершину Г та суміжні з нею вершини 4 та 5:

$$v_4 = v_{\Gamma} + l_{\Gamma 4} = 88 + 60 = 148;$$

$$v_5 = v_{\Gamma} + l_{\Gamma 3} = 88 + 71 = 159.$$

Коригуємо потенціал вершини 4, що є меншим, ніж отриманий раніше. Після цього аналогічним чином визначаємо потенціал вершини 5, приймаючи за початкову вершину 4. Розрахунок закінчено.

Приймаючи за початковий всі інші пункти транспортної мережі отримуємо матрицю найкоротших відстаней (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 — Найкоротші відстані на транспортній мережі, км

Гуляйполе										
Пологівський КХП, ОЕЗ	21									
Оріхівський КХП	41	39								
Фісаківський КХП	70	68	29							
Пришибський КХП	103	88	62	85						
Новоселівка	17	22	58	87	110					
Червона Криниця	39	51	12	41	74	56				
Щербак	60	58	19	24	61	77	31			
Велика Білозірка	164	148	122	128	60	170	135	104		
Корніївка	192	159	151	158	71	181	145	132	30	

2.3 Розробка плану маршрутизації перевезень зернових вантажів

2.3.1 Загальна постановка задачі маршрутизації

У загальному вигляді задача маршрутизації формулюється таким чином: за заданою множиною пунктів виробництва, споживання, розміщення рухомого складу, обсягів поставок та споживання вантажів і обмеженнях на ресурси рухомого складу необхідно визначати припустимі та упорядковані підмно-

жини пов'язаних пунктів (маршрутів), при реалізації яких досягається екстремальне значення цільової функції, що відображає ефективність процесу поставок вантажів [5, 6].

При формуванні задач маршрутизації повинні бути враховані всі елементи транспортного процесу (вантаж, рухомий склад, транспортна мережа, відправники, одержувачі) з їх натуральними (неагрегованими) характеристиками.

Критерії оптимізації для задач вантажних автомобільних перевезень формуються на основі вимірюваних показників перевізного процесу.

Для всіх задач планування перевезень неможливо використати єдиний критерій. У кожному окремому випадку критеріальну функцію слід конструювати спеціально з врахуванням специфічних обставин: вимог до економічного ефекту від розв'язання задачі, математичних умов і т. ін. Всю множину можливих критеріїв оптимізації можна поділити на три групи.

До першої групи слід віднести критерії, в яких використовуються найпростіші кількісні характеристики перевізного процесу: маса запланованого до перевезення вантажу, кількість задіяних автомобілів, кількість їздок і заїздів на маршрутах, тривалість роботи автомобілів та ін. Ці показники утворюють найбільш прості критеріальні вирази: максимізацію кількості перевезеного вантажу; мінімізацію використаних автомобілів для заданих обсягів попиту, транспортної роботи, загального пробігу.

Друга група критеріїв заснована на нетривіальних перетвореннях кількісних показників перевізного процесу: максимізація коефіцієнту використання робочого часу; виробіток (у тоннах або тонно-кілометрах) на тонну вантажомісткості автомобіля та ін. Ці критерії вносять певні математичні труднощі у формулювання оптимізаційних задач, але в цілому повніше відбивають вимоги ефективної організації перевізного процесу.

Третя група критеріальних виразів утворюється в результаті вартісної оцінки показників перевізного процесу. Загальна мета вартісних критеріїв полягає в максимізації прибутку або мінімізації витратної частини вартісного критерію.

У нашому випадку маємо задачу маршрутизації помашинних перевезень, загальна постановка якої полягає в наступному.

Розглядається сукупність постачальників $A_1, A_2, \dots, A_m$ з обсягами постачання відповідно $a_1, a_2, \dots, a_m$ і споживачів $B_1, B_2, \dots, B_n$ з обсягами споживання відповідно $b_1, b_2, \dots, b_n$. Обсяг перевезень з i -го пункту відправлення до j -го пункту призначення складає q_{ij} тонн вантажу. Задані найкоротші відстані руху в прямому напрямку (від кожного постачальника до кожного споживача) $l_{ij}^{\text{пр}}$ і в зворотному напрямку $l_{ji}^{\text{зв}}$.

Для спрощення вважаємо, що для перевезень використовуються умовні однотонні ($q_a \gamma = 1$ т) автомобілі.

При виконанні перевезень до пункту B_j доставляється вантаж у кількості

$$b_j = \sum_{i=1}^m q_{ij}, \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2.3)$$

і, відповідно, прибуває така ж кількість умовних автомобілів, які після розвантаження подаються в пункти навантаження A_i . Так як з пунктів A_i необхідно вивезти вантаж у кількості

$$a_i = \sum_{j=1}^n q_{ij}, \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (2.4)$$

то для пунктів навантаження $A_1, A_2, \dots, A_m$ необхідно виконати відповідно $a_1, a_2, \dots, a_m$ подач порожніх автомобілів.

Потрібно визначити кількість x_{ij} подач порожніх умовних однотонних автомобілів від j -го пункту розвантаження до i -го пункту навантаження, за умови, щоб загальний пробіг автомобілів був мінімальним. Інакше кажучи, задача зводиться до знаходження оптимального плану повернення (подач) порожніх автомобілів.

Порожній пробіг умовних однотонних автомобілів при виконанні подач із j -го пункту в i -й пункт дорівнює $l_{ji}^{\text{зв}} \cdot x_{ij}^{\text{зв}}$.

Тоді їх сумарний пробіг складе

$$L_{\text{пор}} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ji}^{\text{ЗВ}} x_{ij}^{\text{ЗВ}}. \quad (2.5)$$

Оскільки кількість їздок дорівнює $x_{ij}/q_a\gamma_{\text{ст}}$, то фактичний пробіг автомобілів з заданою вантажопідйомністю q_a дорівнює

$$L_{\text{пор}} = \frac{1}{q_a\gamma_{\text{ст}}} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ji}^{\text{ЗВ}} x_{ij}^{\text{ЗВ}}. \quad (2.6)$$

Таким чином, потрібно визначити сукупність величин $x_{ij} \geq 0$ (план повернення порожніх автомобілів), що задовольняють умовам.

$$\sum_{i=1}^m x_{ji} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (2.7)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ji} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (2.8)$$

і мінімізують значення функціоналу

$$L_{\text{пор}} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m l_{ji}^{\text{ЗВ}} x_{ij}^{\text{ЗВ}}. \quad (2.9)$$

При цьому повинна виконуватись умова балансу обсягів перевезень

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (2.10)$$

Сформульована задача є класичною транспортною задачею лінійного програмування у канонічному вигляді.

При відомому плані перевезень вантажів $\{q_{ij}\}$, який може бути отриманий попереднім розв'язанням r (за кількістю видів вантажів) транспортних задач закріплення споживачів за постачальниками, розв'язання задачі маршрутизації включає два етапи: розв'язання задачі на мінімум холостих пробігів; побудову маршрутних ланцюжків.

2.3.2 Оптимізація порожнього пробігу автомобілів

Оптимізацію порожнього пробігу автомобілів виконуємо у наступній послідовності:

1) складаємо матрицю перевезень у їздах для кожного з розглядуваних типів рухомого складу (таблиця 2.3). Кількість їздок за кожною ватажною кореспонденцією від відправника i до одержувача вантажу j (таблиця 1.13) визначаємо за формулою

$$x_{ij} = \frac{Q_{ij} \cdot k_n}{T \cdot q_a}, \quad (2.11)$$

де Q_{ij} — проектний прогнозований обсяг перевезень, т;

k_n — коефіцієнт нерівномірності перевезень. Приймаємо $k_n = 1,2$;

T — середня тривалість періоду вивозу вантажів одержувачам. Приймаємо $T = 25$ діб;

q_a — маса вантажу у кузові автомобіля, т.

Отримані значення їздок округлюємо у більший бік.

Надалі для підсумкових даних про вантажні їздки отримуємо план повернення порожніх автомобілів, вирішуючи для них транспортну задачу лінійного програмування [7]. Рішення задачі виконуємо на ЕОМ за допомогою програми TRANS. Результати розрахунків плану повернення порожніх автомобілів наведені у таблицях 2.6 – 2.8.

Таблиця 2.3 — План перевезень зерна (автомобіль ГАЗ-53-12)

Відправники	Одержувачі				Всього
	А	Б	В	Г	
1	5 ²²	3 ⁵⁸	87	110	8
2	6 ⁵¹	3 ¹²	1 ⁴¹	74	10
3	3 ⁵⁸	7 ¹⁹	5 ²⁴	61	15
4	148	2 ¹²²	128	6 ⁶⁰	8
5	1 ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	5 ⁷¹	7
Всього	15	16	6	11	48

Таблиця 2.4 — План перевезень зерна (автомобіль ГАЗ-САЗ-3507)

Відправники	Одержувачі				Всього
	А	Б	В	Г	
1	6 ²²	3 ⁵⁸	87	110	9
2	7 ⁵¹	4 ¹²	1 ⁴¹	74	12
3	3 ⁵⁸	8 ¹⁹	6 ²⁴	61	17
4	148	3 ¹²²	128	7 ⁶⁰	10
5	1 ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	6 ⁷¹	8
Всього	17	19	7	13	56

Таблиця 2.5 — План перевезень зерна (автомобіль КАМАЗ-55102)

Відправники	Одержувачі				Всього
	А	Б	В	Г	
1	3 ²²	1 ⁵⁸	87	110	4
2	3 ⁵¹	2 ¹²	1 ⁴¹	74	6
3	2 ⁵⁸	4 ¹⁹	3 ²⁴	61	9
4	148	1 ¹²²	128	4 ⁶⁰	5
5	1 ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	3 ⁷¹	5
Всього	9	9	4	7	29

Таблиця 2.6 – План повернення порожніх автомобілів (автомобіль ГАЗ-53-12)

Відправники	Одержувачі				Всього
	А	Б	В	Г	
1	8 ²²	58	87	110	8
2	3 ⁵¹	7 ¹²	41	74	10
3	58	9 ¹⁹	6 ²⁴	61	15
4	148	122	128	8 ⁶⁰	8
5	4 ¹⁵⁹	151	158	3 ⁷¹	7
Всього	15	16	6	11	48

Таблиця 2.7 – План повернення порожніх автомобілів (ГАЗ-САЗ-3507)

Відправники	Одержувачі				Всього
	А	Б	В	Г	
1	9 ²²	58	87	110	9
2	3 ⁵¹	9 ¹²	41	74	12
3	58	10 ¹⁹	7 ²⁴	61	17
4	148	122	128	10 ⁶⁰	10
5	5 ¹⁵⁹	151	158	3 ⁷¹	8
Всього	17	19	7	13	56

Таблиця 2.8 –План повернення порожніх автомобілів (КАМАЗ-55102)

Відправники	Одержувачі				Всього
	А	Б	В	Г	
1	4 ²²	58	87	110	4
2	2 ⁵¹	4 ¹²	41	74	6
3	58	5 ¹⁹	4 ²⁴	61	9
4	148	122	128	5 ⁶⁰	5
5	3 ¹⁵⁹	151	158	2 ⁷¹	5
Всього	9	9	4	7	29

2.3.3 Формування маршрутів методом «суміщених матриць»

У відповідні клітинки таблиці зведеного плану вантажопотоків $\{q_{ij}\}$ з таблиці оптимального плану повернення порожніх автомобілів $\{x_{ji}\}$ переносимо дані, що характеризують кількість і напрямки повернення порожніх автомобілів. Ці цифри бажано виділяємо (обводимо кружечком). Таким шляхом отримуємо таблицю, яка називається «сумісною матрицею» (таблиці 2.9–2.11). Після цього за спеціальною процедурою вибираємо маршрути руху автомобілів. Розглянемо побудову маршрутів на прикладі автомобіля ГАЗ-53-12. Клітинки матриці, що мають *дві цифри*, відображають *маятникові* маршрути.

Таблиця 2.9 — Сумісний план перевезень (автомобіль ГАЗ-53-12)

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	5(8) ²²	3 ⁵⁸	87	110
2	6(3) ⁵¹	3(7) ¹²	1 ⁴¹	74
3	3 ⁵⁸	7(9) ¹⁹	5(6) ²⁴	61
4	148	2 ¹²²	128	6(8) ⁶⁰
5	1(4) ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	5(3) ⁷¹

Таблиця 2.10 — Сумісний план перевезень (автомобіль ГАЗ-САЗ-3507)

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	6(9) ²²	3 ⁵⁸	87	110
2	7(3) ⁵¹	4(9) ¹²	1 ⁴¹	74
3	3 ⁵⁸	8(10) ¹⁹	6(7) ²⁴	61
4	148	3 ¹²²	128	7(10) ⁶⁰
5	1(5) ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	6(3) ⁷¹

Таблиця 2.11 — Сумісний план перевезень (автомобіль КАМАЗ-55102)

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	3(4) ²²	1 ⁵⁸	87	110
2	3(2) ⁵¹	2(4) ¹²	1 ⁴¹	74
3	2 ⁵⁸	4(5) ¹⁹	3(4) ²⁴	61
4	148	1 ¹²²	128	4(5) ⁶⁰
5	1(3) ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	3(2) ⁷¹

Одна цифра характеризує обсяг перевезень у даному напрямку, а друга – повернення порожніх автомобілів у зворотному напрямку. Менша цифра показує потужність вантажопотоку на отриманому маршруті (інтенсивність маршруту). У клітинках з двома цифрами після вибору та фіксації маршруту значення цифр зменшується на значення *меншої* цифри, тобто початкові значення величин q_{ij} і x_{ji} зменшується на величину потужності вантажопотоку (інтенсивності маршруту).

Таким чином, маємо наступні маятникові маршрути (таблиця 2.12).

Таблиця 2.12 — Маятникові маршрути автомобілів ГАЗ-53-12

Маршрут	Інтенсивність (кількість їздок)
1. 1 – А – 1	5
2. 2 – А – 2	3
3. 2 – Б – 2	3
4. 3 – Б – 3	7
5. 3 – В – 3	5
6. 4 – Г – 4	6
6. 5 – А – 5	1
7. 5 – Г – 5	3

Після цього в клітинках нової таблиці залишиться тільки по одній цифрі, котра показує або обсяг перевезень вантажу (q_{ij}), або величину x_{ji} провізної спроможності порожнього рухомого складу, який повертається у даному напрямку (таблиця 2.13).

Таблиця 2.13 — Вибір першого кільцевого маршруту

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	③ ²²	3 ⁵⁸	87	110
2	3 ⁵¹	④ ¹²	1 ⁴¹	74
3	3 ⁵⁸	② ¹⁹	① ²⁴	61
4	148	2 ¹²²	128	② ⁶⁰
5	③ ¹⁵⁹	1 ¹⁵¹	158	2 ⁷¹

У новій таблиці будуюмо *чотирикутний* контур з вершинами в завантажених клітинках, котрий включає *два пункти* завантаження. Вершини контуру, завантажені обсягами перевезень q_{ij} , повинні чергуватися з вершинами, завантаженими провізною спроможністю (кількістю їздок) x_{ji} порожніх автомобілів. Потужність вантажопотоку (інтенсивність маршруту) на кожному з цих маршрутів визначається найменшою величиною завантаження клітинок у вершинах контуру.

Таким чином (таблиця 2.13) маємо кільцевий маршрут 1 – Б – 2 – А – 1 з інтенсивністю $\min(3; 3; 3; 4) = 3$. Корегуємо матрицю та відшукуємо наступний чотирикутний контур (таблиця 2.14).

Маємо кільцевий маршрут 3 – А – 5 – Б – 3 з інтенсивністю $\min(3; 2; 3; 1) = 1$. Корегуємо елементи сумісного плану (таблиця 2.15) та бачимо, що чотирикутних контурів не залишилось.

Таблиця 2.14 — Вибір другого кільцевого маршруту

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	22	58	87	110
2	51	① 12	1 41	74
3	3 58	② 19	① 24	61
4	148	2 122	128	② 60
5	③ 159	1 151	158	2 71

Таблиця 2.15 — Вибір третього кільцевого маршруту

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	22	58	87	110
2	51	① 12	1 41	74
3	2 58	① 19	① 24	61
4	48	2 122	128	② 60
5	② 159	151	158	2 71

Після того як вибрані кільцеві маршрути з двома пунктами завантаження, складаємо кільцеві маршрути з *трьома* (шестикутний контур) і більше пунктів навантаження з врахуванням залишених величин в завантажених клітинках.

З таблиці 2.15 вибираємо шестикутний контур, що відповідає кільцевому маршруту 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 3. Інтенсивність цього маршруту складає 1 їздки. Зі скорегованої матриці сумісних планів вибираємо останній кільцевий маршрут (таблиця 2.16).

Маємо маршрут 2 – В – 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 2 з інтенсивністю 1. Корегуємо матрицю сумісних планів, зменшуючи числа у вершинах контуру на одиницю. На цьому побудову контурів і, отже, виявлення кільцевих раціональних маршрутів закінчено, оскільки у сумісній матриці не залишилося жодної завантаженої клітинки.

Таблиця 2.16 — Вибір третього кільцевого маршруту

Відправники	Одержувачі			
	А	Б	В	Г
1	22	58	87	110
2	51	12	41	74
3	58	19	24	61
4	48	122	128	60
5	159	151	158	71

Для кожного з кільцевих маршрутів розраховуємо загальний пробіг та коефіцієнт використання пробігу. Результати розрахунку зводимо до таблиці 2.17. Всі кільцеві маршрути є раціональними з точки зору коефіцієнту використання пробігу (він перевищує граничну межу 0,5), але можуть бути неприпустимими з точки зору тривалості робочої зміни водіїв. У подальшому це буде враховано при складанні графіку роботи автомобілів.

Таблиця 2.17 — Кільцеві маршрути (автомобіль ГАЗ-53-12)

Маршрут	Інтенсивність	Довжина маршруту, км	Коефіцієнт використання пробігу
1. 1 – Б – 2 – А – 1	3	143	0,76
2. 3 – А – 5 – Б – 3	1	387	0,54
3. 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 3	1	489	0,52
4. 2 – В – 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 2	1	547	0,53

Аналогічні розрахунки проводимо для автомобілів ГАЗ-САЗ-3507 та КА-МАЗ-55102. Зведені результати маршрутизації перевезень для всіх розглянутих типів рухомого складу з наведенням довжини маршруту, коефіцієнту використання пробігу та інтенсивності наведені у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 — Зведені результати маршрутизації перевезень

Маршрут	Довжина маршруту, км	Коефіцієнт використання пробігу	Інтенсивність маршруту для автомобілів		
			ГАЗ-53-12	ГАЗ-САЗ-5307	КАМАЗ-55021
Маятникові маршрути					
1. 1 – А – 1	44	0,5	5	6	3
2. 2 – А – 2	102	0,5	3	3	2
3. 2 – Б – 2	24	0,5	3	4	2
4. 3 – Б – 3	38	0,5	7	8	4
5. 3 – В – 3	48	0,5	5	6	4
6. 4 – Г – 4	120	0,5	6	7	4
6. 5 – А – 5	318	0,5	1	1	1
7. 5 – Г – 5	142	0,5	3	3	2
Кільцеві маршрути					
8. 1 – Б – 2 – А – 1	143	0,76	3	3	1
9. 3 – А – 5 – Б – 3	387	0,54	1	1	1
10. 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 3	489	0,52	1	2	–
11. 2 – В – 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 2	547	0,53	1	1	1

2.4 Розробка добового плану перевезень вантажів

Добовий план-графік перевезень розробляється з метою уточнення аналітичних розрахунків та визначення показників роботи рухомого складу та навантажувально-розвантажувальних пунктів.

Перед складанням добового графіку для кожного з визначених маршрутів розраховуємо тривалість основних операцій – навантаження, розвантаження та руху на підставі норм часу (підрозділ 2.1).

У таблиці 2.19 в стовпчиках тривалості навантаження, розвантаження та загальної тривалості через дріб показаний час відповідно для автомобілів ГАЗ-53-12, ГАЗ-САЗ-3507 та КАМАЗ-55102.

З результатів розрахунку раціональних маршрутів автомобілів бачимо, що маршрути №10 та №11 є неприпустимими, тому що тривалість їх виконання перевищує нормативну тривалість робочої зміни водія. Виконаємо коригування цих маршрутів.

Таблиця 2.19 — Тривалість транспортних та навантажувально-розвантажувальних операцій на маршрутах

Маршрут	Довжина маршруту, км	Тривалість транспортних операцій на маршрутах, год.			Всього
		навантаження	рух	розвантаження	
1. 1 – А – 1	44	0,23/0,22/0,29	1,05	0,18/0,26/0,29	1,46/1,53/1,63
2. 2 – А – 2	102	0,23/0,22/0,29	2,43	0,18/0,26/0,29	2,84/2,91/3,01
3. 2 – Б – 2	24	0,23/0,22/0,29	0,57	0,18/0,26/0,29	0,98/1,05/1,15
4. 3 – Б – 3	38	0,23/0,22/0,29	0,90	0,18/0,26/0,29	1,31/1,38/1,48
5. 3 – В – 3	48	0,23/0,22/0,29	1,14	0,18/0,26/0,29	1,55/1,62/1,72
6. 4 – Г – 4	120	0,23/0,22/0,29	2,86	0,18/0,26/0,29	3,27/3,34/3,84
6. 5 – А – 5	318	0,23/0,22/0,29	7,57	0,18/0,26/0,29	7,98/8,05/8,15
7. 5 – Г – 5	142	0,23/0,22/0,29	3,38	0,18/0,26/0,29	3,79/3,86/3,96
8. 1 – Б – 2 – А – 1	143	0,46/0,44/0,58	3,40	0,36/0,52/0,58	4,22/4,36/4,56
9. 3 – А – 5 – Б – 3	387	0,46/0,44/0,58	9,21	0,36/0,52/0,58	10,03/10,17/10,37
10. 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 3	489	0,69/0,66/0,87	11,6	0,54/0,78/0,87	12,83/13,04/13,34
11. 2 – В – 3 – А – 5 – Г – 4 – Б – 2	547	0,92/0,88/1,16	13,0	0,72/1,04/1,16	14,64/14,92/15,32

При коригуванні маршрутів необхідно виконати наступні умови:

1) тривалість виконання кожного з отриманих маршрутів не повинна перевищувати нормативну тривалість робочої зміни водія;

2) кількість автомобілів, що виїжджають на початку зміни з деякого пункту повинна дорівнювати кількості автомобілів, що повертаються до даного пункту наприкінці зміни;

Маршрут №11 скорегуємо розіб'ємо на два, один з яких є кільцевим (5 – Г – 4 – Б – 2 – В – 3), а другий – маятниковим (3 – А – 3). Маршрут №10 також розіб'ємо на два: кільцевий (3 – А – 5 – Г – 5) та маятниковий (4 – Б – 4). Доцільність такого розбиття можна оцінити коефіцієнтом використання пробігу. Вантажний пробіг на маршрутах дорівнює $234 + 58 + 129 + 122 = 543$ км, загальний пробіг дорівнює $330 + 116 + 359 + 244 = 1049$ км. Коефіцієнт використання пробігу $\beta = 543 / 1049 = 0,52$. Це більше ніж 0,5, тому виконане корегування маршрутів є доцільним. Характеристики скорегованих маршрутів наведені у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20 — Скориговані маршрути

Маршрут	Довжина маршруту, км	Тривалість транспортних операцій на маршрутах, год.			Всього
		навантаження	рух	розвантаження	
10.1. 3 – А – 5 – Г – 5	359	0,23/0,22/0,29	8,55	0,18/0,26/0,29	9,37/9,51/9,71
10.2. 4 – Б – 4	244	0,23/0,22/0,29	5,81	0,18/0,26/0,29	6,22/6,29/6,39
11.1. 5 – Г – 4 – Б – 2 – В – 3	330	0,23/0,22/0,29	7,85	0,18/0,26/0,29	9,08/9,29/9,59
11.2. 3 – А – 3	116	0,23/0,22/0,29	2,76	0,18/0,26/0,29	3,17/3,24/3,34

Після коригування маршрутів виконуємо набір роботи автомобілям на добу з метою визначення потрібної кількості автомобілів та маршрутів, що ними обслуговуються. При наборі змінних завдань автомобілям необхідно прагнути якнайбільше використовувати час робочої змін, що, у свою чергу, призводить до мінімізації потрібної кількості автомобілів. Змінні завдання автомобілям наведені у таблицях 2.21 – 2.23.

На підставі розроблених змінних завдань розробляємо графіки руху автомобілів по варіантах. Графік будуємо у часовій сітці, горизонтальні рядки якої відповідають вантажовідправникам та вантажоодержувачам. У нижній частині графіка показуємо окремо роботу кожного з автомобілів, що задіяні на перевезеннях. Маршрути і графіки роботи автомобілів наведені на рисунку 2.4.

Таблиця 2.21 – Змінні завдання автомобілям ГАЗ-53-12

Номер автомобіля	Маршрут	Кількість обертів	Тривалість, год.
1	1 – А – 1	5	7,30
2	2 – А – 2	3	8,52
3	2 – Б – 2	3	2,94
	2 – А – 1 – Б – 2	1	4,22
Всього			7,16
4	2 – А – 1 – Б – 2	2	8,44
5	3 – Б – 3	7	9,17
6	3 – В – 3	5	7,75
	3 – А – 3	1	3,24
Всього			10,99
7	3 – А – 5 – Б – 3	1	9,21
8	3 – А – 5 – Г – 5	1	9,03
9	4 – Г – 4	3	9,81
10	4 – Г – 4	3	9,81
11	4 – Б – 4	1	5,81
12	5 – А – 5	1	7,98
13	5 – Г – 5	2	7,58
14	5 – Г – 5	1	3,79
15	5 – Г – 4 – Б – 2 – В – 3	1	8,33
Всього			122,93

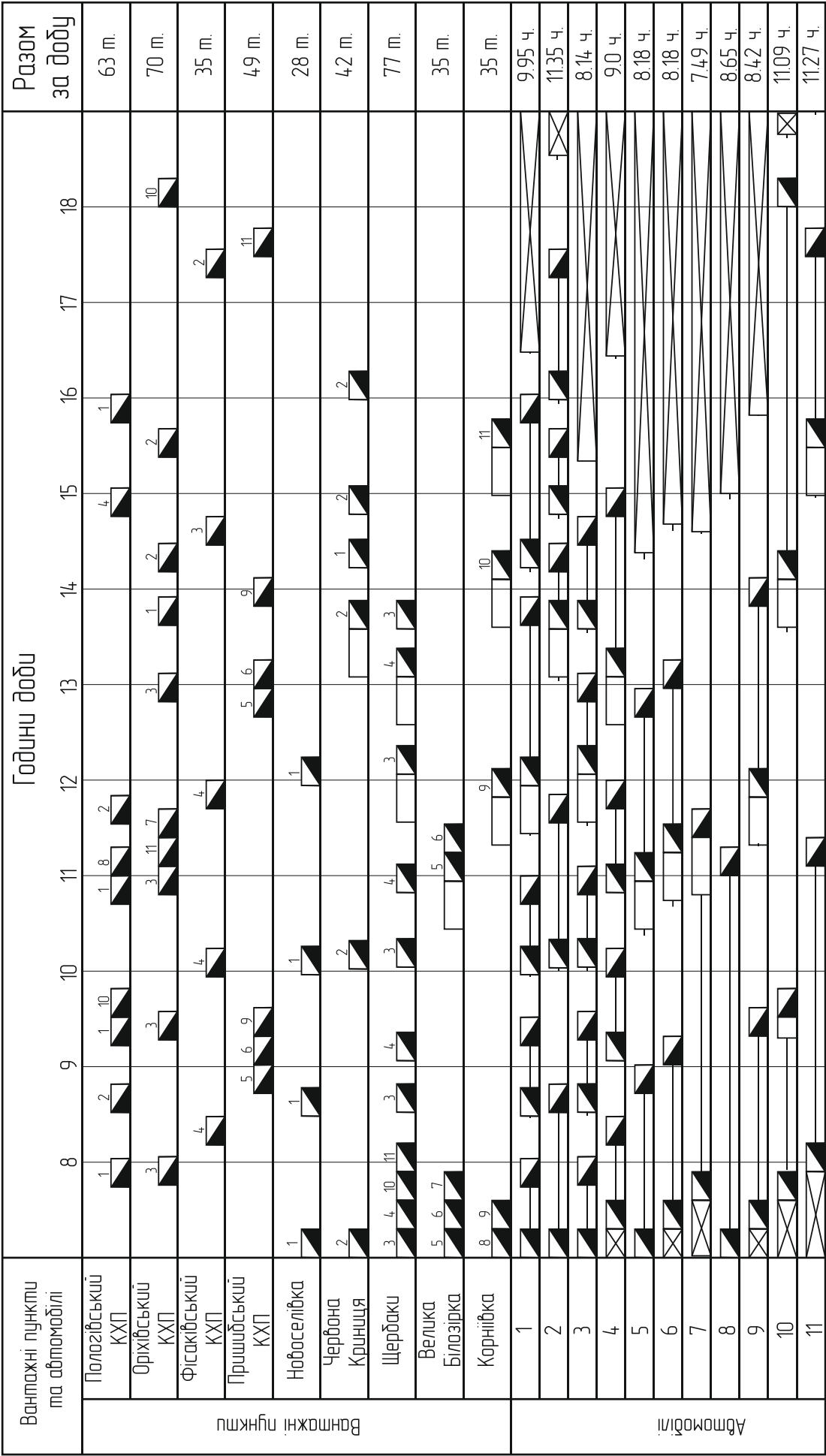


Рисунок 2.4 — Добовий графік роботи автомобілів на перевезеннях

Таблиця 2.22 – Змінні завдання автомобілям ГАЗ-САЗ-3507

Номер автомобіля	Маршрут	Кількість обертів	Тривалість, год.
1	1 – А – 1	6	9,18
2	2 – А – 2	3	8,73
3	2 – Б – 2	4	4,20
	2 – А – 1 – Б – 2	1	4,36
Всього			8,56
4	2 – А – 1 – Б – 2	2	8,92
5	3 – Б – 3	6	8,28
6	3 – Б – 3	2	2,76
	3 – В – 3	1	1,62
	3 – А – 3	1	2,76
Всього			7,14
7	3 – В – 3	5	8,10
8	3 – А – 5 – Б – 3	1	10,17
9	4 – Г – 4	3	10,02
10	4 – Г – 4	3	10,02
11	4 – Г – 4	1	3,34
	4 – Б – 4	1	6,29
Всього			9,63
12	4 – Б – 4	1	6,29
13	5 – А – 5	1	8,05
14	5 – Г – 5	2	7,72
15	5 – Г – 4 – Б – 2 – В – 3	1	8,33
16	5 – Г – 5	2	7,72
17	3 – А – 3	1	3,24
18	3 – А – 5 – Г – 5	1	9,03
Всього			149,13

Таблиця 2.23 – Змінні завдання автомобілям КАМАЗ-55102

Номер ав- томобіля	Маршрут	Кількість обертів	Тривалість, год.
1	1 – А – 1	3	4.89
	1 – Б – 2 – А – 1	1	4.56
Всього			9.45
2	2 – А – 2	2	6.02
	2 – Б – 2	2	2.30
	2 – В – 2	1	2.53
Всього			10.85
3	3 – Б – 3	4	5.92
	3 – В – 3	1	1.72
Всього			7.64
4	3 – В – 3	3	5.16
	3 – А – 3	1	3.34
Всього			8.50
5	4 – Г – 4	2	7.68
6	4 – Г – 4	2	7.68
7	4 – Б – 4	1	6.39
8	5 – А – 5	1	8.15
9	5 – Г – 5	2	7.92
10	3 – А – 5 – Б – 3	1	10.37
11	4 – Б – 5 – Г – 4	1	10.77
Всього			95.40

2.5 Визначення показників роботи автомобілів на маршрутах

Показники роботи автомобілів за базовим варіантом приймаємо на підставі звітних даних підприємства. Вантажопотік, тип використаного автомобіля, загальний пробіг та тривалість роботи автомобілів на маршрутах за базовим варіантом наведені у таблиці 2.24.

Таблиця 2.24 — Базові показники роботи автомобілів

Маршрут	Вантажопотік, т	Тип автомобіля	Загальний пробіг, км	Загальний час роботи, год.
1 – А – 1	520	ГАЗ-САЗ-3507	8664	300,9
1 – Б – 1	220	ГАЗ-53-12	8422	230,3
2 – А – 2	570	ГАЗ-53-12	19186	533,9
2 – Б – 2	305	ГАЗ-САЗ-3507	2772	121,4
2 – В – 2	75	ГАЗ-53-12	2075	59,73
3 – А – 3	260	ГАЗ-САЗ-3507	11484	321
3 – Б – 3	740	ГАЗ-53-12	9280	321
3 – В – 3	521	ГАЗ-САЗ-3507	9451	319,6
4 – Б – 4	205	КАМАЗ-55102	9662	253,1
4 – Г – 4	615	ГАЗ-53-12	24420	665
5 – А – 5	90	КАМАЗ-55102	5597	143,6
5 – Б – 5	53	КАМАЗ-55102	3322	85,47
5 – Г – 5	521	ГАЗ-53-12	24415	681,5
Всього по типах автомобілів		ГАЗ-53-12	87796,5	2491,4
		ГАЗ-САЗ-3507	32370,8	1062,8
		КАМАЗ-55102	18581,2	482,1

Показники роботи автомобілів за проектними варіантами приймаємо за розробленими маршрутами, змінними завданнями та графіками руху (таблиця 2.25).

Таблиця 2.25 — Показники роботи автомобілів (проектні варіанти)

Показник	Значення показника за варіантами рухомого складу		
	ГАЗ-53-12	ГАЗ-САЗ-3507	КАМАЗ-55102
1. Необхідна кількість автомобілів, од.	15	18	11
2. Загальний відпрацьований час, год.	3073,25	3728,25	2385,0
3. Загальний пробіг, км	110825	130225	79650
в тому числі:			
вантажний	57175	68775	40925
порожній	53650	61450	38725
4. Коефіцієнт використання пробігу	0,52	0,53	0,51
5. Транспортна робота, ткм	228700	240712	286475

2.6 Визначення оптимальної за вантажопідйомністю структури парку рухомого складу підприємства

Структура парку автомобілів за вантажопідйомністю повинна по можливості більш повно відповідати розподілу вимог на перевезення вантажів партіями різного розміру. За умови випадкового розміру партії вантажів, що перевозяться, оптимальна структура парку рухомого складу визначається за наступною методикою [1].

Нехай вантажопідйомності автомобілів задані рядом $q_1, q_2, \dots, q_m$. Крім того, заданий розподіл партій вантажів. Імовірність партії вантажу, для перевезення якої необхідний автомобіль вантажопідйомності q_j ($j = \overline{1, m-1}$) визначається за формулою

$$p_j = \begin{cases} \int_0^{(q\gamma)_j} f(x) dx, & \text{при } j = 1; \\ \int_{(q\gamma)_{j-1}}^{(q\gamma)_j} f(x) dx, & \text{при } j > 1. \end{cases} \quad (2.12)$$

де $f(x)$ — щільність розподілу розмірів партій вантажів.

Імовірність надходження вимоги на перевезення партії вантажів, для якої потрібен автомобіль вантажопідйомністю q_m , який здійснює перевезення партії за i їздок визначається за формулою

$$p_{m,i} = \begin{cases} \int_{(q\gamma)_{m-1}}^{(q\gamma)_m} f(x) dx, & \text{при } i = 1; \\ \int_{(i-1)(q\gamma)_m}^{i(q\gamma)_m} f(x) dx, & \text{при } i > 1. \end{cases} \quad (2.13)$$

Необхідна кількість автомобілів j -го типу визначається за формулою

$$A_j = \frac{\bar{N}_c \cdot p_j}{T_{\Pi j}} \left(\frac{l_{rej}}{v_T \cdot \beta_j} + t_{\Pi j} \right), \quad (2.14)$$

де $\bar{N}_c$ — середньодобова кількість вимог на перевезення вантажів;

$T_{\Pi j}$ — плановий час у наряді для j -го типу автомобіля, год;

l_{rej} — довжина вантажної їздки для j -го типу автомобіля, км;

v_T — середня технічна швидкість руху, км/год;

β_j — коефіцієнт використання пробігу автомобілем j -го типу;

$t_{\Pi j}$ — тривалість вантажних операцій з автомобілем за їзду, год.

Необхідна кількість автомобілів вантажопідйомністю q_m

$$A_m = \frac{\bar{N}_c \sum_{i=1}^{+\infty} i \cdot p_{m,i}}{T_{\Pi m}} \left(\frac{l_{rem}}{v_T \cdot \beta_m} + t_{\Pi m} \right). \quad (2.15)$$

Використаємо цю методику для визначення оптимальної структури парку рухомого складу ТОВ «Преображенське».

2.6.1 Статистичний аналіз замовлень на перевезення

В якості вихідних даних приймаємо дані, отримані з подорожніх листів автомобілів та звітних даних про замовлення на перевезення. Аналізу підлягають дві випадкові величини: розмір партії вантажу, що приймається до перевезення q_3 та відстань перевезень вантажів l_{π} . Статистичні дані про дані величини за 50 діб роботи підприємства наведені у таблиці 2.26.

Обчислимо вибірккові характеристики випадкових величин: вибірккове середнє $\bar{x}$ та стандартне відхилення σ за формулами [8]:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (2.16)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \quad (2.17)$$

де n – обсяг вибірки (кількість спостережень).

Результати розрахунку вибірккових характеристик наведені у таблиці 2.27.

Таблиця 2.26 — Статистичні дані про обсяг замовлень та відстань перевезень вантажів

№ з/П	q_3 , т	l_{π} , км	№ з/П	q_3 , т	l_{π} , км
1	6,3	16,8	26	13,2	13,4
2	43,1	31,7	27	22,3	59,4
3	5,1	18,3	28	24,1	46,5
4	3,6	72,3	29	10,5	49,9
5	3,2	27,4	30	25,3	35,4

Кінець таблиці 2.26.

№ з/П	q_3 , т	$l_{п}$, км	№ з/П	q_3 , т	$l_{п}$, км
6	16,0	14,4	31	12,4	17,9
7	55,0	32,5	32	32,1	31,6
8	6,0	19,7	33	3,9	34,1
9	6,0	33,1	34	28,1	50,2
10	6,3	72,1	35	9,4	51,6
11	9,8	36,1	36	5,2	32,1
12	13,1	32,2	37	17,4	15,3
13	14,7	18,1	38	7,6	40,0
14	42,8	12,7	39	12,2	53,6
15	13,1	55,1	40	21,5	37,5
16	25,3	77,9	41	36,4	49,8
17	5,7	13,2	42	6,2	35,5
18	46,8	14,6	43	2,9	27,1
19	4,0	62,8	44	4,5	40,7
20	39,9	28,2	45	15,7	40,4
21	4,5	48,5	46	19,2	27,3
22	2,9	9,5	47	1,6	23,4
23	7,4	47,6	48	18,5	35,5
24	36,6	26,1	49	8,6	32,2
25	16,9	33,4	50	31,2	30,8

Таблиця 2.27 — Вибіркові характеристики

Випадкова величина	Вибіркові характеристики	
	$\bar{x}$	σ
q_3 , т	16,5	13,5
$l_{п}$, км	35,3	16,6

Для визначення характеру розподілу досліджуваних випадкових величин використаємо пакет програмного забезпечення STATISTICA. Введемо дані та побудуємо гістограми розподілу, попередньо визначивши кількість інтервалів групування за формулою

$$k = 1 + 3,22 \lg n. \quad (2.18)$$

У нашому випадку $n = 50$, тобто $k = 1 + 3,22 \lg 50 \approx 7$.

Гістограми розподілу випадкових величин наведені на рисунку 2.5.

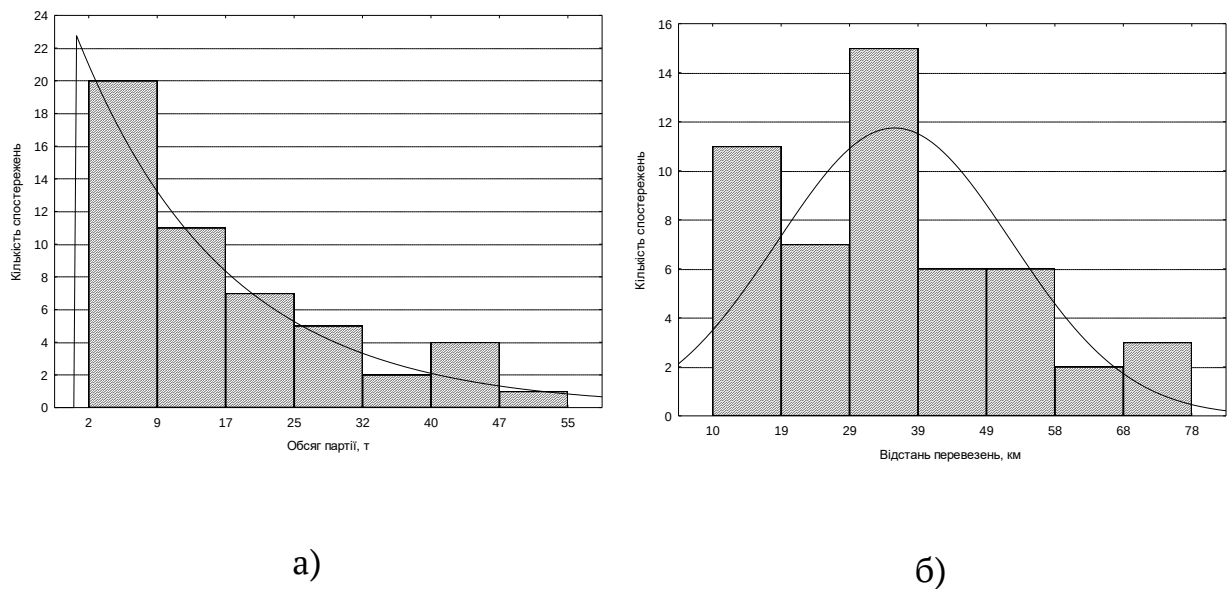


Рисунок 2.5 — Гістограми розподілу випадкових величин обсягу замовлення (а) та відстані перевезень (б)

За зовнішнім виглядом гістограми бачимо, що випадкова величина об'єму замовлення підпорядкована експоненційному розподілу зі щільністю імовірності

$$f(x) = 0,061 \cdot e^{-0,061x}.$$

Випадкова величина підпорядкована нормальному закону розподілу зі щільністю імовірності [11]:

$$f(x) = \frac{1}{16,6\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-35,3)^2}{2 \cdot 16,6^2}}.$$

2.6.2 Розрахунок потрібної кількості автомобілів за типами

Для перевезення вантажів у парку рухомого складу наявні декілька типів рухомого складу, що відрізняються вантажопідйомністю та тривалістю навантаження-розвантаження (таблиця 2.28).

Таблиця 2.28 — Типи рухомого складу

Тип рухомого складу	Вантажопідйомність, т	Середня тривалість навантаження-розвантаження, год.
ГАЗ-53-12	4,5	0,85
МАЗ-5335	8,7	1,47
МАЗ-5335+ГКБ-8328	15	1,6
МАЗ-5335+МАЗ-8926	16,5	1,6

Враховуючи, що закон розподілу розмірів вантажних партій є експоненціальним, імовірності вимог на перевезення, для яких доцільно використовувати автомобілі різної вантажопідйомності, розраховуються за формулами

$$p_1 = 1 - e^{-\frac{q_3}{\bar{q}_3}}; \text{ для } j = 1, \quad (2.19)$$

$$p_j = e^{-\frac{(q_3)_{j-1}}{\bar{q}_3}} - e^{-\frac{(q_3)_j}{\bar{q}_3}} \text{ для } j > 1, \quad (2.20)$$

$$p_{m,i} = e^{-\frac{(i-1)q_{3M}}{\bar{q}_3}} - e^{-\frac{iq_{3M}}{\bar{q}_3}}. \quad (2.21)$$

Таким чином, імовірності вимог на перевезення вантажів партіями, для яких доцільно використовувати автомобілі ГАЗ-53-12, МАЗ-5335 та МАЗ-5335 з причепом ГKB-8328 відповідно складуть

$$p_1 = 1 - e^{-\frac{4,5}{16,5}} = 0,238;$$

$$p_2 = e^{-\frac{4,5}{16,5}} - e^{-\frac{8,7}{16,5}} = 0,171;$$

$$p_3 = e^{-\frac{8,7}{16,5}} - e^{-\frac{15}{16,5}} = 0,187.$$

Імовірності надходження вимог на перевезення вантажів партіями, доставляти які доцільно автомобілями МАЗ-5335 з причепом МАЗ-8926 при виконанні відповідно $i = 1, 2, \dots$ їздок дорівнюють

$$p_{4,1} = e^{-\frac{15}{16,5}} - e^{-\frac{16,5}{16,5}} = 0,035;$$

$$p_{4,2} = e^{-\frac{16,5}{16,5}} - e^{-\frac{33}{16,5}} = 0,233;$$

$$p_{4,3} = e^{-\frac{33}{16,5}} - e^{-\frac{49,5}{16,5}} = 0,085;$$

$$p_{4,4} = e^{-\frac{49,5}{16,5}} - e^{-\frac{66}{16,5}} = 0,031.$$

Подальші розрахунки припиняємо, оскільки $p_{4,i} < 0,01$ для $i > 4$.

Розраховуємо коефіцієнт $T_{\text{н}}B$ за формулою

$$T_{\text{н}}B = \sum_{j=1}^{m-1} p_j \left(\frac{l_{\text{ге}}}{v_{\text{т}}\beta} + t_{\text{пр}j} \right) + \left(\frac{l_{\text{ге}}}{v_{\text{т}}\beta} + t_{\text{пр}m} \right) \sum_{i=1}^{+\infty} i p_{m,i}. \quad (2.22)$$

Для наших умов приймаємо середню відстань перевезень $l_{\text{ге}} = 35,3$ км, середню технічну швидкість $v_{\text{т}} = 22$ км/год, коефіцієнт використання пробігу $\beta = 0,5$. Маємо

$$\begin{aligned}
T_{\text{н}}B &= 0,238 \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 0,85 \right) + 0,171 \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 1,47 \right) + \\
&+ 0,187 \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 1,6 \right) + \left(\frac{35,3}{2 \cdot 0,5} + 1,6 \right) (1 \cdot 0,035 + 2 \cdot 0,233 + 3 \cdot 0,085 + \\
&+ 4 \cdot 0,031) = 7
\end{aligned}$$

Питому частку автомобілів кожної вантажопідйомності у парку знаходимо за формулами

$$\Delta_j = \frac{p_j}{T_{\text{н}}B} \left(\frac{l_{\text{ге}}}{v_{\text{т}}\beta} + t_{\text{пр}j} \right), \quad \text{для } j = \overline{1, m-1}; \quad (2.23)$$

$$\Delta_j = \frac{\sum_{i=1}^{+\infty} i \cdot p_{m,i}}{T_{\text{н}}B} \left(\frac{l_{\text{ге}}}{v_{\text{т}}\beta} + t_{\text{пр}m} \right), \quad \text{для } j = m. \quad (2.24)$$

Таким чином відповідні частки складають:

– автомобілі ГАЗ-53-12

$$\Delta_1 = \frac{0,238}{7} \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 0,85 \right) = 0,14;$$

– автомобілі МАЗ-5335

$$\Delta_2 = \frac{0,171}{7} \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 1,47 \right) = 0,115;$$

– автомобілі МАЗ-5335 з причепом ГКБ-8328

$$\Delta_3 = \frac{0,187}{7} \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 1,6 \right) = 0,13;$$

– автомобілі МАЗ-5335 з причепом МАЗ-8926

$$\Delta_4 = \frac{0,035 + 2 \cdot 0,233 + 3 \cdot 0,085 + 4 \cdot 0,031}{7} \left(\frac{35,3}{22 \cdot 0,5} + 1,6 \right) = 0,614.$$

Середню вантажопідйомність автомобілів за їзду визначимо за формулою

$$\bar{q}_e = \sum_{j=1}^{m-1} p_j q_j + q_m \sum_{i=1}^{+\infty} p_{m,i}; \quad (2.25)$$

$$\bar{q}_e = 4,5 \cdot 0,238 + 8,7 \cdot 0,171 + 15,0 \cdot 0,187 + 16,5(0,035 + 0,233 + 0,085 + 0,031) = 11,72 \text{ т.}$$

Кількість їздок, що виконуються парком автомобілів за рік, розраховуємо за формулою

$$n_e = \frac{P}{\bar{q}_e}, \quad (2.26)$$

де P — річний обсяг перевезень. Приймаємо за даними підприємства $P = 48500$ т.

$$n_e = \frac{48500}{11,72} = 4139 \text{ їздок.}$$

Кількість їздок, що виконуються автомобілями кожного з типів, складуть:

– автомобілями ГАЗ-53-12

$$n_{e1} = p_1 n_e = 0,238 \cdot 4139 = 988;$$

– автомобілями МАЗ-5335

$$n_{e2} = p_2 n_e = 0,171 \cdot 4139 = 708;$$

– автомобілями МАЗ-5335 з причепом ГКБ-8328

$$n_{e3} = p_3 n_e = 0,187 \cdot 4139 = 775;$$

– автомобілями МАЗ-5335 з причепом МАЗ-8926

$$n_{e4} = n_e - \sum_{j=1}^{m-1} n_{ej} = 4139 - 988 - 708 - 775 = 1592.$$

Обсяг перевезень, що виконується автомобілями кожного з типів, обчислюємо за формулою

$$P_i = n_{ei} \cdot q_i. \quad (2.27)$$

Добову виробітку автомобілів кожного типу визначаємо за формулою

$$P_{добі} = \frac{v_T \beta q_i T_{ні}}{l_{ге} + v_T \beta t_{при}}. \quad (2.28)$$

Необхідна середньоспискова кількість автомобілів кожного з типів розраховується за формулою

$$A_j = \frac{P_j}{P_{добі} D}, \quad (2.29)$$

де D — кількість робочих днів у році. Приймаємо $D = 300$ днів.

Результати розрахунку зводимо до таблиці 2.29.

Таблиця 2.29 — Результати розрахунку

Тип рухомого складу	Річний обсяг перевезень, т	Добовий виробіток, т	Розрахункова кількість
ГАЗ-53-12	4446	11,08	1,34
МАЗ-5335	6160	18,59	1,10
МАЗ-5335+ГКБ-8328	11629	31,19	1,24
МАЗ-5335+МАЗ-8926	26263	34,31	2,55

Таким чином, оптимальна структура парку рухомого складу: 2 автомобіля ГАЗ-53-12, 5 автомобілів МАЗ-5335, 2 причепа ГКБ-8328 та 3 причепа МАЗ-8926.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок економічної ефективності організації перевезень зернових культур

Економічна ефективність організації перевезень зернових культур досягається за рахунок оптимальної маршрутизації перевезень і вибору для роботи на маршрутах раціональних типів автомобільного рухомого складу.

За базовим та пропонованими варіантами передбачається використання універсальних бортових автомобілів ГАЗ-САЗ-3507, ГАЗ-53-12 та самоскидів КАМАЗ-55102 зі складу існуючого парку рухомого складу підприємства. Зважаючи на те, що перевезення зернових культур носять сезонний характер, експлуатаційні витрати на виконання перевезень розраховуємо за формулою

$$C = c_{\text{км}} \cdot L_{\Sigma} + c_{\text{год}} \cdot T_{\Sigma}, \quad (3.1)$$

де $c_{\text{км}}$, $c_{\text{год}}$ – витрати відповідно на один кілометр пробігу, та одну годину роботи автомобіля, грн.;

L_{Σ} – загальний пробіг автомобілів на маршрутах, км;

T_{Σ} – загальний відпрацьований час автомобілями на маршрутах, год.

Виконаємо калькуляцію собівартості одного кілометра пробігу та однієї години роботи використовуваних автомобілів. У вартість кілометра пробігу увійдуть витрати на паливо, мастильні матеріали, відновлення та заміну автошин. У вартість години роботи автомобіля увійдуть заробітна платня основна та додаткова з відрахуваннями у фонди соціального страхування, амортизаційні відрахування та накладні витрати. Розрахунок вартості години роботи та кілометра пробігу автомобілів показаний у таблицях 3.1 – 3.3. Норми витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт прийняті за даними «Норми витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт автомобіля по базових марках автомобілів» (у доларах США) з урахуванням курсу 1 долар = 28,4 грн., періодичності ТО-1 через 4000 км, ТО-2 через 16000 км.

Таблиця 3.1 – Калькуляція собівартості години роботи та кілометра пробігу автомобіля ГАЗ-САЗ-3507

Параметр	Позначення, формула	Одиниця виміру	Значення
1. Основна заробітна платня водія	$C_{\text{чт}}$	грн.	45,48
2. Додаткова заробітна платня	$0,25C_{\text{чт}}$	грн.	11,37
3. Оплата відпусток	$0,095C_{\text{чт}}$	грн.	4,32
4. Відрахування на соціальне страхування	$1,345 \cdot 0,22 \cdot C_{\text{чт}}$	грн.	13,46
<i>Всього заробітна плата</i>	$C_{\text{зп}}$	грн.	74,63
5. Балансова вартість автомобіля	K_6	грн.	138000
6. Річний фонд робочого часу автомобіля	$T_{\text{ф}}$	год.	1867
7. Амортизаційні відрахування за годину роботи	$A = \frac{0,2K_6}{T_{\text{ф}}}$	грн.	14,78
8. Накладні витрати (40%)	$0,4 \cdot 1,345 \cdot C_{\text{чт}}$	грн.	24,47
<i>Всього вартість години роботи</i>	$C_{\text{год}}$	грн.	113,88
9. Норма витрат палива на пробіг	H_s	л/100 км	28,0
10. Вартість 1 л палива	$\Pi_{\text{п}}$ (бензин)	грн.	23,5
11. Вартість палива на 1 км пробігу	$c_{\text{п}} = 0,01 \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot H_s$	грн.	6,58
12. Витрати на ремонт і ТО	$C_{\text{р}}$	грн.	0,98
13. Витрати на мастила	$0,3c_{\text{п}}$	грн.	1,97
14. Норма пробігу до заміни шин	$L_{\text{ш}}$	км	80000

Кінець таблиці 3.1.

Параметр	Позначення, формула	Одиниця виміру	Значення
15. Вартість комплекту шин (7 × 8,25R20)	$\Pi_{\text{кш}}$	грн.	24500
16. Витрати на відновлення шин	$C_{\text{ш}} = \frac{\Pi_{\text{кш}}}{L_{\text{ш}}}$	грн.	0,31
<i>Вартість кілометра пробігу</i>	$c_{\text{км}}$	грн.	9,84

Таблиця 3.2 – Калькуляція собівартості години роботи та кілометра пробігу автомобіля ГАЗ-53-12

Параметр	Позначення, формула	Одиниця виміру	Значення
1. Основна заробітна платня водія	$C_{\text{чт}}$	грн.	45,48
2. Додаткова заробітна платня	$0,25C_{\text{чт}}$	грн.	11,37
3. Оплата відпусток	$0,095C_{\text{чт}}$	грн.	4,32
4. Відрахування на соціальне страхування	$1,345 \cdot 0,22 \cdot C_{\text{чт}}$	грн.	13,46
<i>Всього заробітна плата</i>	$C_{\text{зп}}$	грн.	74,63
5. Балансова вартість автомо- біля	K_6	грн.	71400
6. Річний фонд робочого часу автомобіля	$T_{\text{ф}}$	год.	1867
7. Амортизаційні відрахування	$A = \frac{0,2K_6}{T_{\text{ф}}}$	грн.	7,64
8. Накладні витрати	$0,4 \cdot 1,345 \cdot C_{\text{чт}}$	грн.	24,47
<i>Всього вартість години ро- боти</i>	$c_{\text{год}}$	грн.	106,74

Кінець таблиці 3.2.

Параметр	Позначення, формула	Одиниця виміру	Значення
9. Норма витрат палива на пробіг	H_s	л/100 км	28,0
10. Вартість 1 л палива	Π_{Π} (бензин)	грн.	23,50
11. Вартість палива на 1 км пробігу	$c_{\Pi} = 0,01 \cdot \Pi_{\Pi} \cdot H_s$	грн.	6,58
12. Витрати на ремонт і ТО	C_p	грн.	0,89
13. Витрати на мастила	$0,3c_{\Pi}$	грн.	1,97
14. Норма пробігу до заміни шин	$L_{\Pi\Pi}$	км	80000
15. Вартість комплекту шин (7 × 8,25R20)	$\Pi_{\text{кш}}$	грн.	24500
16. Витрати на відновлення шин	$C_{\Pi\Pi} = \frac{\Pi_{\text{кш}}}{L_{\Pi\Pi}}$	грн.	0,31
<i>Вартість кілометра пробігу</i>	$C_{\text{км}}$	грн.	9,75

Таблиця 3.3 – Калькуляція собівартості години роботи та кілометра пробігу автомобіля КАМАЗ-55102

Параметр	Позначення, формула	Одиниця виміру	Значення
1. Основна заробітна платня водія	$C_{\text{чт}}$	грн.	52,50
2. Додаткова заробітна платня	$0,25C_{\text{чт}}$	грн.	13,13
3. Оплата відпусток	$0,095C_{\text{чт}}$	грн.	4,99
4. Відрахування на соціальне страхування	$0,22 \cdot 1,345 \cdot C_{\text{чт}}$	грн.	15,53
<i>Всього заробітна плата</i>	$C_{\text{зп}}$	грн.	86,15

Кінець таблиці 3.3.

Параметр	Позначення, формула	Одиниця виміру	Значення
5. Балансова вартість автомо- біля	K_6	грн.	225000
6. Річний фонд робочого часу автомобіля	T_{ϕ}	год.	1867
7. Амортизаційні відрахування	$A = \frac{0,2K_6}{T_{\phi}}$	грн.	24,10
8. Накладні витрати	$0,4 \cdot 1,345 \cdot C_{\text{чт}}$	грн.	28,25
<i>Всього вартість години ро- боти</i>	$C_{\text{год}}$	грн.	138,50
9. Норма витрат палива на пробіг	H_s	л/100 км	32,0
10. Вартість 1 л палива	Π_{Π} (ДП)	грн.	23,50
11. Вартість палива на 1 км пробігу	$c_{\Pi} = 0,01 \cdot \Pi_{\Pi} \cdot H_s$	грн.	7,52
12. Витрати на ремонт	C_p	грн.	1,52
13. Витрати на мастила	$0,3c_{\Pi}$	грн.	2,26
14. Норма пробігу до заміни шин	$L_{\text{ш}}$	км	90000
15. Вартість комплекту шин (11×9,0R20)	$\Pi_{\text{кш}}$	грн.	43500
16. Витрати на відновлення шин	$C_{\text{ш}} = \frac{\Pi_{\text{кш}}}{L_{\text{ш}}}$	грн.	0,48
<i>Вартість кілометру пробігу</i>	$C_{\text{км}}$	грн.	11,78

Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення за базовим варіантом на-
ведений у таблиці 3.4, а за пропонованими варіантами – у таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 – Експлуатаційні витрати на перевезення за базовим варіан-
ТОМ

Тип рухомого складу	Загальний пробіг, км	Витрати на пробіг, грн.	Час роботи на маршрутах, год.	Витрати на погодинну експлуатацію, грн.	Загальні витрати, грн.
ГАЗ-53-12	87 797	856 021	2 491	265 889	1 121 910
ГАЗ-САЗ-3507	32 371	318 531	1 063	121 054	439 585
КАМАЗ-55102	18 581	218 884	482	66 757	285 641
Всього	138 749	1 393 436	4 036	453 700	1 847 136

Таблиця 3.5 – Експлуатаційні витрати на перевезення за пропонованими варіантами

Тип рухомого складу	Загальний пробіг, км	Витрати на пробіг, грн.	Час роботи на маршрутах, год.	Витрати на погодинну експлуатацію, грн.	Загальні витрати, грн
ГАЗ-53-12	110 825	1 080 544	3 073	328 012	1 408 556
ГАЗ-САЗ-3507	130 225	1 281 414	3 728	424 545	1 705 959
КАМАЗ-55102	79 650	938 277	2 385	330 323	1 268 600

Собівартість перевезень однієї тонни вантажу знайдемо за формулою

$$C_{\text{пер}} = \frac{C}{Q}, \quad (3.2)$$

де Q – обсяг перевезень. За базовим варіантом $Q_6 = 5032$ т, за пропону-
ваним варіантом $Q_{\text{пр}} = 4159$ т.

Таким чином, за базовим варіантом

$$C_{\text{пер.б.}} = \frac{1847136}{5032} = 367,07 \text{ грн/т.}$$

За пропонованими варіантами:

– при використанні автомобіля ГАЗ-53-12

$$C_{\text{пер.пр. 1}} = \frac{1408556}{4159} = 338,7 \text{ грн/т;}$$

– при використанні автомобіля ГАЗ-САЗ-3507

$$C_{\text{пер.пр. 2}} = \frac{1705959}{4159} = 410,2 \text{ грн/т;}$$

– при використанні автомобіля КАМАЗ-55102

$$C_{\text{пер.пр. 3}} = \frac{1268600}{4159} = 305,0 \text{ грн/т;}$$

Економічний ефект від впровадження кожного з пропонованих варіантів
знайдемо за формулою

$$E = C_6 \times \frac{Q_{\text{пр}}}{Q_6} - C_{\text{пр.}} \quad (3.3)$$

Таким чином, за пропонованими варіантами:

– для автомобіля ГАЗ-53-12

$$E_1 = 1847136 \times \frac{4159}{5032} - 1408556 = 118121 \text{ грн.};$$

– для автомобіля ГАЗ-САЗ-3507

$$E_2 = 1847136 \times \frac{4159}{5032} - 1705959 = -179282 \text{ грн.};$$

– для автомобіля КАМАЗ-55102

$$E_3 = 1847136 \times \frac{4159}{5032} - 1268600 = 258077 \text{ грн.}$$

Таким чином бачимо, що варіант з використанням на перевезеннях автомобіля ГАЗ-САЗ-3507 є економічно недоцільним.

3.2 Розрахунок економічної ефективності оптимізації структури парку транспортних засобів

3.2.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень

Для підвищення ефективності використання парку рухомого складу підприємства передбачається придбання додатково нових автомобілів та вживаних причепів до них:

- одного автомобіля МАЗ-5340 (вантажопідйомність 9,1 т) вартістю 1 415 000 грн.;
- одного вживаного причепа ГКБ-8328 вартістю 92 000 грн.;
- двох вживаних причепів МАЗ-8926 вартістю 248 000 грн. за одиницю.

Таким чином, додаткові капітальні витрати на придбання рухомого складу становлять

$$K_{\text{дод}} = 1415000 + 92000 + 2 \cdot 248000 = 2003000 \text{ грн.}$$

3.2.2 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію парку транспортних засобів підприємства

Витрати на утримання і експлуатацію парку автомобільних транспортних засобів для перевезень вантажів ТОВ «Преображенське» розраховуємо за формулою

$$З_{\text{уп}} = З + А + C_p + C_T + C_{\text{н}}, \quad (3.4)$$

де $З$ – заробітна плата водіїв з відрахуванням на соціальне страхування, грн.;

$А$ – амортизаційні відрахування, грн.;

C_p – витрати на ремонт рухомого складу, грн. [10];

C_T – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн. [11];

$C_{\text{н}}$ – інші витрати, грн.

Заробітну плату водіїв знаходимо за формулою

$$З = \sum_{i=1}^n N_i \cdot C_{\text{чт}i} \cdot \Phi_{\text{р}i} \cdot k_{\text{д}}, \quad (3.5)$$

де N_i – кількість водіїв певної кваліфікації, чел.;

$C_{\text{чт}i}$ – годинна тарифна ставка водія, грн.;

$\Phi_{\text{р}i}$ – річний фонд робочого часу водія, год.;

$k_{\text{д}}$ – коефіцієнт доплат. Приймаємо $k_{\text{д}} = 1,345$ (доплата за класність 25%, оплата відпусток 9,5%).

Розрахунок заробітної плати водіїв за базовим варіантом наведений у таблиці 3.6, за пропонованим варіантом – у таблиці 3.7.

Таблиця 3.6 – Заробітна плата водіїв (базовий варіант)

Водії автомобілів	Годинна тарифна ставка, грн.	Річний фонд робочого часу, год.	Доплати, грн.	Кількість	Річний фонд заробітної плати, грн
ГАЗ-53-12	45,48	1867	15,69	6	685 226
МАЗ-5340	52,50	1867	18,11	2	263 658
МАЗ-5340 +ГКБ-8328	55,10	1867	19,00	1	138 345
МАЗ-5340 +МАЗ-8926	55,10	1867	19,00	1	138 345
Всього					1 225 574
Відрахування на соціальне страхування (22%)					269 626
Загальний річний фонд заробітної плати, грн					1 495 200

Таблиця 3.7 – Заробітна плата водіїв (пропонований варіант)

Водії автомобілів	Годинна тарифна ставка, грн.	Річний фонд робочого часу, год.	Доплати, грн.	Кількість	Річний фонд заробітної плати, грн.
ГАЗ-53-12	45,48	1867	15,69	2	228 409
МАЗ-5340+ ГКБ-8328	55,10	1867	19,00	2	276 689
МАЗ-5340+ МАЗ-8926	55,10	1867	19,00	3	415 034
Всього					920 132
Відрахування на соціальне страхування (22%)					202 429
Загальний річний фонд заробітної плати, грн					1 122 561

Амортизаційні відрахування на транспортні засоби приймаємо рівними 20% від балансової вартості автомобілів та причепів. Розрахунок амортизаційних відрахувань зведений у таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Рухомий склад	Балансова вартість, грн.	Базовий варіант		Пропонований варіант	
		кількість	відрахування, грн.	кількість	відрахування, грн.
ГАЗ-53-12	71 400	6	85 680	2	28 560
МАЗ-5335	164 400	4	131 520	4	131 520
ГКБ-8328	18200	1	3 640	1	3 640
МАЗ-8926	19800	1	3 960	1	3 960
МАЗ-5340	1 415 000	–	–	1	283 000
ГКБ-8328	92 000	–	–	1	18 400
МАЗ-8926	248 000	–	–	2	99 200
Всього			224 800		568 280

Для визначення витрат на технічне обслуговування та ремонт рухомого складу визначимо річний пробіг автомобілів по базовому та пропонованому варіантам за формулою

$$L_i = 2n_{ei}l_{cp.i} = \frac{2Q_i \cdot l_{cp.i}}{q_a}, \quad (3.6)$$

де n_{ei} – кількість їздок з вантажем, що виконує автомобіль i -го типу;

$l_{cp.i}$ – середня довжина вантажної їздки, км. Приймаємо за даними статистичних розрахунків $l_{cp.i} = 35,3$ км;

Q_i – обсяг перевезень, що виконує автомобіль i -го типу, т;

q_a – вантажопідйомність автомобіля, т.

Результати розрахунку річного пробігу автомобілів за базовим варіантом наведена у таблиці 3.9, а за пропонованим варіантом – у таблиці 3.10.

Таблиця 3.9 – Розрахунок річного пробігу автомобілів (база)

Рухомий склад	Річний обсяг перевезень Q_i , т	q_a , т	Річна кількість їздок n_{ei}	Річний пробіг, км
ГАЗ-53-12	17 699	4,5	3 933	277 677
МАЗ-5335	11 154	8,7	1 282	90 514
МАЗ-5335+ГКБ-8328	9 357	15	624	44 034
МАЗ-5335+МАЗ-8926	10 290	16,5	624	44 034
Всього	48 500		6 463	456 260

Таблиця 3.10 – Розрахунок річного пробігу автомобілів (пропонований)

Рухомий склад	Річний обсяг перевезень Q_i , т	q_a , т	Річна кількість їздок n_{ei}	Річний пробіг, км
ГАЗ-53-12	4 446	4,5	988	69 753
МАЗ-5335	6 160	8,7	708	49 985
МАЗ-5340+ГКБ-8328	11 629	15	775	54 715
МАЗ-5340+МАЗ-8926	26 263	16,5	1 592	112 395
Всього	48 500		4 063	286 848

Розрахунок витрат на технічне обслуговування та ремонт автомобілів наведений у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Розрахунок витрат на ТО і ремонт автомобілів

Рухомий склад	Витрати на ТО та ремонт на 1 км пробігу, грн.	Базовий варіант		Пропонований варіант	
		пробіг	витрати	пробіг	витрати
ГАЗ-53-12	0,89	277 677	247 133	69 753	62 080
МАЗ-5335	1,52	90 514	137 581	49 985	75 977
МАЗ-5335+ГКБ-8328	1,84	44 034	81 023	54 715	100 676
МАЗ-5335+МАЗ-8926	1,93	44 034	84 986	112 395	216 922
Всього			550 723		455 655

Для розрахунку витрат на паливо знайдемо лінійну норму витрат палива для автопоїздів за формулою

$$H_{\text{сп}} = H_s + H_g \cdot G_{\text{пр}}, \quad (3.7)$$

де H_s – базова лінійна норма на пробіг тягача, л/100 км. Для автомобілів МАЗ-5335, МАЗ-5340 $H_s = 23$ л/100 км;

$G_{\text{пр}}$ – маса спорядженого причепа, т. Для причепа ГКБ-8328 $G_{\text{пр}} = 2,7$ т, для причепа МАЗ-8926 $G_{\text{пр}} = 3,76$ т.;

H_g – норма витрат палива на транспортну роботу. $H_g = 1,3$ л/100 ткм.

Таким чином, лінійна витрата палива складе:

– для автопоїзда у складі МАЗ-5335+ГКБ-8328

$$H_{\text{сп}} = 23 + 2,7 \cdot 1,3 = 26,51 \text{ л/100 км};$$

– для автопоїзда у складі МАЗ-5335+МАЗ-8926

$$H_{\text{сп}} = 23 + 3,76 \cdot 1,3 = 27,88 \text{ л/100 км}.$$

Розрахунок витрат палива по базовому варіанту зводимо у таблицю 3.12, по пропонованому варіанту – у таблицю 3.13.

Таблиця 3.12 – Розрахунок витрат палива за базовим варіантом

Рухомий склад	Річний пробіг, км	Транспортна робота, тис. ткм	Норма витрат палива, л/100 км	Норма витрат палива на транспортну роботу, л/100	Витрати палива, л	Ціна 1 л пального, грн.	Витрати на паливо, грн
ГАЗ-53-12	277 677	624	25	2,0	81 899	23,5	1 924 627
МАЗ-5335	90 514	393	23	1,3	25 927	23,5	609 285
МАЗ-5335+ ГКБ-8328	44 034	330	26,51	1,3	15 965	23,5	375 178
МАЗ-5335+ МАЗ-8926	44 034	363	27,88	1,3	16 994	23,5	399 359
Всього							3 308 449

Таблиця 3.13 – Розрахунок витрат палива за пропонованим варіантом

Рухомий склад	Річний пробіг, км	Транспортна робота, тис. ткм	Норма витрат палива, л/100 км	Норма витрат палива на транспортну роботу, л/100	Витрати палива, л	Ціна 1 л пального, грн.	Витрати на паливо, грн
ГАЗ-53-12	69 753	156	25	2,0	20 558	23,5	483 113
МАЗ-5335	49 985	217	23	1,3	14 318	23,5	336 473
МАЗ-5335+ ГКБ-8328	54 715	410	26,51	1,3	19 835	23,5	466 123
МАЗ-5335+ МАЗ-8926	112 395	927	27,88	1,3	43 387	23,5	1 019 595
Всього							2 305 304

Витрати на мастильні матеріали приймаємо у розмірі 30% від витрат на паливо. Інші витрати приймаємо у розмірі 40% від річного фонду основної та додаткової заробітної плати. Результати розрахунку річних експлуатаційних витрат за базовим та пропонованим варіантами наведені у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Витрати на експлуатацію парку рухомого складу

Статті витрат	Значення за варіантом	
	базовий	пропонований
1. Заробітна плата з відрахуваннями на соціальне страхування	1 495 200	1 122 561
2. Амортизаційні відрахування	224 800	568 280
3. Витрати на ТО і ремонт	550 723	455 655
4. Витрати на пальне	3 308 449	2 305 304
5. Витрати на мастильні матеріали	1 001 535	691 591
6. Інші витрати	490 230	368 053
<i>Всього</i>	7 070 937	5 511 444

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В підрозділі магістерської роботи «Удосконалення організації автомобільних перевезень сільськогосподарських вантажів в умовах ТОВ «Преображенське» розглядається вплив небезпечних факторів на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню.

ТОВ «Преображенське» в основному займається вирощуванням пшениці, ріпака, соняшника.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

При перевезенні вантажів можливі такі потенційні небезпеки:

- при транспортній переробці сільськогосподарської продукції створюється пил, що буде негативно впливати на робітників, може призвести до захворювання легенів, впливає на очі;
- ураження робітників та дослідника електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів транспортеру, що призводить до електричної травми людини або пожежі;
- недостатно освітлення на майданчику може призвести до невірної завантаження транспортером в кузов автомобіля пшениці, зерна соняшника та іншого. Це може при транспортуванні призвести до розсипу зернових;
- в холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;
- при подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;

- важкість праці, яка характеризується для робітників зайнятих на вантажних операціях, фізичними навантаженнями, а також масою вантажу, яку доводиться переміщати та переносити. Важкість праці приводить до втоми, і, як наслідок, травмам;

- на току можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення – куріння, не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загоранню;

- при перевезенні вантажу до млина, току (накопичувального майданчика), можливі ДТП. Це може відбутися з-за не виконання водієм правил дорожнього руху, не справного автомобіля, не адекватної поведінки водія.

- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Дільниці току повинні мати цементне покриття та дощате огороження висотою не менш 2 м, щоб зернові та пил не розносився навколо відповідно ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

Для запобігання ДТП необхідно перед виїздом транспортного засобу провести технічний огляд, водій повинен пройти медичний огляд та з ним повинні провести інструктаж з правил дорожнього руху та небезпек які можуть виникнути під час перевезень на даному маршруті відповідно НПАОП «Правила охорони праці на автомобільному транспорті». наслідок, травмам;

Згідно НПОАП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт на транспорті» переміщення вантажу масою більш ніж 20 кг здійснюється за допомогою підйомно-транспортних засобів механізації, а також переміщення вантажу на відстань більш 25 м повинно бути механізовано. Тому необхідно застосовувати транспортер для навантаження зернових до кузова автомобіля

Для попередження ураження електричним струмом необхідно проводити перевірку знань на 4 чи 3 групи з електробезпеки, забезпечувати устрій захисного заземлення, проводити періодичні перевірки справності кабельних барабанів.

Для запобігання розсипу зернових з кузова транспортного засобу, не повинні мати щілин, кузов закритий брезентом та закріпленим до бортів кузова.

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Обладнання току (накопичувального майданчика) облаштувати освітленням 30 лк згідно ДБН В 2.5.-28-2018 «Природне та штучне освітлення». Майданчик облаштовується робочим, черговим та охоронним освітленням. Робоче освітлення, яке використовувалося під час виконання вантажних операцій, розміщено на щоглах. Для освітлення току застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами типу ДРЛ-700 (зараз є тенденція застосування світлодіодних ламп).

Для запобігання переохолодження в холодний період часу, робітники повинні бути одягнуті в теплий одяг та взуття. Обов'язково повинні бути спеціальні кімнати для обігріву робітників, сушіння одягу. відповідно ДСТУ 7339:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для захисту від пилу робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. Для захисту очей застосовувати захисні окуляри, для рук – захисні рукавиці відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК.

Відповідно замірам в лабораторії де є ПК, заносимо ці дані в таблицю 4.1 відповідності, що впливають на дослідника в процесі провадження іспитів.

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [12], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [12], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт А-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [12]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії год.(хв.)	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,4	8	23,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	380	8	400	—	1.2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	A-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	95	6	50	—	3.2	1,5
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	310	7	290	0,94	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60000	7	40000	1,31		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	82	7	75	0,96		
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15		

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулами:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{310 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,94;$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{60000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,31;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{82 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,96;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15.$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{вим} = 4$, з таблиці 7.2 [12] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 380$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [12] – 2 клас;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 93$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [12] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою [28]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,947 + 1,31 + 0,96 + 0,15 = 3,35$$

З таблиці 7.3 [12] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,35$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Тому що при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{см}} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{\text{см}} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою [12]:

$$X_i = X_{\text{ст}} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 6}{8} = 1,5.$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{\text{см}} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою [12]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 0 + 1,5 + 3 = 8,5.$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 8,5$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [12]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 400 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;
- тривалість робочого дня 8 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;
- для забезпечення нормованої освітленості приміщення відповідає нормативним умовам;
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;
- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 8 год
- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;
- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [12], у розмірі 20%

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожежі не дозволяти куріння на току. Періодично розміщувати зернові в буртах. На току де складуються зернові не повинно бути

відкритої проводки, вона повинна проходити під бетоном. Вогнегасники повинні бути піноводяними.

В випадку пожежі, для охолодження, необхідно поливати водою. Ні де не можливо дозволяти застосування відкритого вогню.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 36 кв.м треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 шт.

4.4.2 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

Організація життєдіяльності населення в екстремальних умовах є комплексом заходів, спрямованих на створення і підтримку нормальних умов життя, здоров'я і працездатності людей.

Він включає:

- управління діяльністю робітників та службовців, усього населення при загрозі і виникненні надзвичайних ситуацій;
- захист населення і території від наслідків аварій, катастроф, а також стихійних лих;
- забезпечення населення питною водою, продуктами і предметами першої необхідності;
- захист продуктів, сировини, фуражу, джерел води від радіаційного, хімічного і бактеріологічного зараження;
- забезпечення житлом і працевлаштуванням;
- комунально-побутове обслуговування;
- медичне обслуговування;
- навчання населення способам захисту і діям в умовах надзвичайних ситуацій;

- розробку і своєчасне введення режимів діяльності в умовах радіаційного, хімічного і бактеріологічного зараження;
- санітарну обробку;
- знезаражування території, споруд, транспортних засобів, устаткування, готової продукції;
- підготовку сил і засобів та ведення РІНР у районах лиха і вогнищах ураження;
- забезпечення населення інформацією про характер і рівень небезпеки, порядок поведінки;
- морально-психологічну підготовку і заходи щодо підтримання високої психологічної стійкості людей в екстремальних ситуаціях;
- заходи, спрямовані на попередження чи ослаблення для людей екологічних наслідків надзвичайних ситуацій;

Виконання всіх цих заходів організовується виконавчою владою і органами управління цивільної оборони відповідного рівня. Безпосередніми виконавцями цих заходів є керівники підприємств, установ і організацій.

Заходи розробляються завчасно, відображаються в планах ЦО і виконуються як у період загрози, так і після виникнення надзвичайної ситуації.

Одним з головних питань є забезпечення населення продуктами, питною водою і предметами першої необхідності, а в холодну пору — і теплом.

Порядок забезпечення населення продуктами, водою, предметами першої необхідності в умовах надзвичайних ситуацій визначається відповідними постановами Кабінету Міністрів України і в першу чергу вказівками та інструкціями Міністерства торгівлі Мінагропрому, Міністерства охорони здоров'я, Міністерства житлово-комунального господарства.

Підприємства побутового обслуговування міст, відповідно до плану ЦО, вивозять устаткування в заміську зону (район розселення) і готують підприємства (організації) для обслуговування населення, особливо для санітарної обробки людей і знезаражування одягу, якщо виникла така необхідність.

Організацію інформації населення при виникненні надзвичайних ситуацій вирішує Міністерство зв'язку України, Державний комітет з телебачення і радіомовлення, їхні територіальні організації, місцеві органи влади й органи управління ЦО.

Своєчасна і правдива інформація про реальну обстановку в країні, області, районі, місті і на об'єкті виключає виникнення і поширення неправдивих слухів, а головне, додає впевненості людям.

На об'єктах господарювання організація і проведення багатьох заходів здійснюється за участю місцевих органів державної влади. Це стосується насамперед заходів щодо всебічної підготовки заміської зони, організації евакозаходів, навчання населення використовувати засоби і способи захисту, діяти в умовах надзвичайних ситуацій.

Тимчасове розселення евакуйованих у безпечних районах передбачає максимальний захист людей від радіоактивного зараження, хімічного ураження при аваріях чи катастрофах на радіаційно чи хімічно небезпечних об'єктах, а також запобігання загибелі у випадках катастрофічного затоплення районів проживання населення.

В місцях розселення звільняються приміщення для розміщення евакуйованих громадян, готуються (при необхідності) колективні засоби захисту. Якщо укриттів недостатньо, то організовується їх додаткове будівництво, пристосування наявних підвалів, гірничих виробок, для чого залучається все працездатне населення, в тому числі й евакуйоване.

Велике значення має забезпечення у місцях розселення евакуйованого населення продуктами харчування, надання їм побутових послуг медичного обслуговування.

Забезпечення населення продуктами харчування і предметами першої необхідності здійснюється службою торгівлі і харчування ЦО сільського району (району, куди евакуюється населення). Перші дві доби населення повинне харчуватися запасами продуктів, привезених із собою. При їх відсутності харчування здійснюється через систему суспільного харчування або в родинних,

куди вони підселюються.

Харчування особового складу невоєнізованих формувань ЦО здійснюється рухомими пунктами харчування і нерухомих пунктів продовольчого забезпечення служби торгівлі і харчування. Безпосередньо організовують харчування особового складу формувань заступники командирів формувань з матеріального забезпечення. При відсутності часу (неможливості) на готування гарячої їжі видається сухий пайок.

Медичне обслуговування покладається на існуючу систему лікувальних установ у місцях розселення:

- лікарні;
- поліклініки;
- медичні пункти;
- аптеки.

Їх робота у надзвичайних ситуаціях значно ускладнюється, бо крім хворих загального захворювання можуть надходити люди, уражені радіоактивними речовинами, отруйними речовинами, бактеріальними засобами. Значно зростає роль надання само- і взаємодопомоги.

В розділі приведено аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних. Розроблені заходи по їх усуненню. Розроблені заходи по забезпеченню санітарії та гігієни праці в тому разі й при роботі на комп'ютері. Виявлена доплата до заробітної плати робітника в випадку дії шкідливих факторів. Розглянуті заходи з пожежної безпеки.

Освітлені заходи з цивільного заходу.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту виконані наступні розрахунки та отримані наступні основні результати:

1) виконаний прогноз обсягів перевезень на поточний рік математичними методами прогнозування. Прогнозний розрахунковий обсяг перевезень зернових культур склав 3748,7 т;

2) методом потенціалів розраховані найкоротші відстані між пунктами транспортної мережі та побудована матриця найкоротших відстаней;

3) розроблений план маршрутизації перевезень зернових культур методом сумісних матриць для різних типів рухомого складу та розроблені графіки руху автомобілів;

4) досліджені випадкові величини обсягів вимог на перевезення (експоненціальний розподіл) та відстані перевезення вантажів (нормальний розподіл) власним парком рухомого складу;

5) розрахована оптимальна структура парку рухомого складу за вантажопідйомністю;

6) визначена економічна ефективність проектних рішень. Раціональна маршрутизація перевезень зернових культур дозволяє отримати економічний ефект у розмірах: 118121 грн. (при використанні на перевезеннях автомобілів ГАЗ-53-12) чи 258077 грн. (при використанні на перевезеннях автомобілів КАМАЗ-55102). Оптимізація структури парку рухомого складу за додаткових капітальних вкладень у розмірі 2003000 грн. дає економію річних експлуатаційних витрат 1559493 грн. з чистою поточною вартістю $NPV=2597504$ грн;

7) розроблені заходи з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях на підприємстві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. И. Воркут .– К.: Вища школа, 1986.– 447 с.
2. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В. Г. Галушко .– К.: Вища школа, 1976.– 232 с.
3. Бабушкин Г.Ф. Технология и организация транспортно-складских работ на промышленном транспорте: уч. пособие [Текст] / Г. Ф. Бабушкин .– К.: ИСДО, 1993.– 200 с.
4. Ковалик А.Г. Формирование рациональных транспортно-технологических систем автомобильной доставки грузов [Текст] / А. Г. Ковалик .– К.: УМК ВО, 1989.– 120 с.
5. Заенчик Л.Г., Кисельман Р.Н., Смицкий А.Л. Проектирование технологических карт доставки грузов автомобильным транспортом [Текст] / Л. Г. Заенчик, Р. Н. Кисельман, А. Л. Смицкий.– К.: Тэхника, 1990.– 152 с.
6. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте [Текст] / Б. Л. Геронимус .–М.: Транспорт, 1977.
7. Основы системного анализа и проектирования АСУ [Текст] / А.А. Павлов, С.Н. Гриша, В.Н. Томашевский и др.– К.: Вища школа, 1991.– 367 с.
8. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления [Текст] / Л. Г. Раскин .– М.: Советское радио, 1976.– 344 с.
9. Гаджинский А.М. Логистика [Текст] / А. М. Гаджинский.–М.: ИВЦ «Маркетинг», 2001.– 169 с.
10. Норми витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт по базових марках автомобілів [Текст] / Міністерство транспорту України. Департамент автомобільного транспорту.–К.: 1995.
11. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Текст] / Міністерство транспорту України. Державний департамент автомобільного транспорту України.– К., 1998.

12. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС.