

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами
(повне найменування інституту, назва факультету)

Інформаційні управляючі системи та технології
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему **МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ
МАРШРУТІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ**

Виконав: студент 5 курсу, групи 6145м
напряму підготовки (спеціальності)

124 – “Системний аналіз”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Корня А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гайдаєнко О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

м. Миколаїв – 2020 року

					122.1147СТ			
Зм	Арк	№ докум.		Дата				
							Літ.	Аркуш
Студент								Аркушів
							1	95
Викладач					НУК ім. адм. Макарова			

ДИПЛОМ

Пояснювальна записка до дипломної роботи містить: 94 сторінок, 19 рисунків, 12 таблиць, 13 джерел.

ТРАНСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ,
ЛОГІСТИКА, ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ,
МАРШРУТ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, БАЗА ДАНИХ

Метою даної роботи є дослідження методів оптимізації транспортних перевезень та вдосконалення математичної моделі класичної транспортної задачі, завдяки якій розробка опорного плану перевезень має бути більш ефективною за рахунок введення нових обмежень на завантаженість і якість покриття доріг. Вдосконалення моделі обумовлено необхідністю дуже часто перебудовувати маршрут від пунктів відправлення до пунктів призначення за умов погіршення погодних умов напередодні виконання перевезення тощо.

В ході виконання даної роботи було проаналізовано модель класичної транспортної задачі, було проведено дослідження найбільш популярних методів оптимізації перевезень, доведено актуальність даного дослідження та було обґрунтовано мету вдосконалення математичної моделі транспортної задачі, сформовані критерії ефективності відповідно до поставленої задачі.

Вдосконалена математична модель транспортної задачі була проаналізована та досліджена на основі експериментальних розрахунків.

В роботі також розглянуто практичне застосування вдосконаленої моделі, що доводить її ефективність та актуальність дослідження.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Explanatory note to the diplom work contains: 81 pages, 18 images, 12 tables, 18 sources.

TRANSPORTATION, OPTIMIZATION OF TRANSPORTATION, LOGISTICS, TRANSPORTATION PROBLEM, MATHEMATICAL MODEL, ROADMAP, INFORMATION SYSTEM, DATABASE

The purpose of this work is to investigate methods of optimization of transport traffic and to improve the mathematical model of the classical transport problem, by which the development of a basic plan of transportation should be more effective due to the introduction of new restrictions on congestion and quality of road coverage. Improvement of the model is due to the need very often to rebuild the route from the point of departure to the destination, in case of worsening weather conditions before transportation and so on.

In the course of this work, the model of the classical transport problem was analyzed, the most popular methods of transportation optimization were investigated, the relevance of this study was proved, and the purpose of improving the mathematical model of the transport problem was substantiated, the efficiency criteria were formed in accordance with the task.

An advanced mathematical model of the transport problem has been analyzed and investigated on the basis of experimental calculations.

The paper also examines the practical application of an improved model, which proves its effectiveness and relevance of research.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1 Опис актуальності дослідження методів оптимізації транспортних перевезень	11
1.2 Аналіз існуючих методів оптимізації транспортних перевезень.....	12
1.2.1 Модель транспортної задачі.....	13
1.2.2 Аналіз методу північно-західного кута	15
1.2.3 Аналіз методу мінімальної вартості	19
1.2.4 Аналіз методу потенціалів.....	22
1.3 Обґрунтування мети та формування вимог до вдосконалення математичної моделі транспортної задачі.....	23
1.3.1 Мета вдосконалення математичної моделі.....	24
1.3.2 Вимоги до математичної моделі.....	24
1.4 Формування критеріїв оптимальності до вдосконаленої математичної моделі транспортної задачі.....	25
1.5 Постановка задачі дослідження.....	26
2 РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ.....	28
2.1 Розробка вдосконаленої математичної моделі.....	28
2.2 Розробка алгоритму реалізації вдосконаленої моделі перевезень.....	32
2.3 Розробка логічної моделі бази даних рішення задачі побудови плану перевезень.....	36

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ.....	37
3.1 Методика проведення досліджень вдосконаленої моделі.....	37
3.2 Аналіз вірогідності реалізації вдосконаленої моделі.....	38
3.3 Аналіз ефективності вдосконаленої моделі з використанням критеріїв ефективності.....	38
3.4 Аналіз області використання вдосконаленої моделі.....	45
4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ.....	47
4.1 Програмне забезпечення реалізації задачі оптимізації транспортних перевезень.....	47
4.1.1 Системне програмне забезпечення реалізації задачі оптимізації транспортних перевезень.....	48
4.1.2 Опис розробленої програми.....	49
4.2 Технічне забезпечення реалізації задачі оптимізації транспортних перевезень.....	53
4.3 Аналіз практичного використання вдосконаленої моделі транспортної задачі.....	55
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ	63
5.1 Розрахунок витрат на створення й експлуатацію ІС	63
6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	65
6.1 Загальне положення охорону навколишнього довкілля.....	70
6.2 Закон про охорону навколишнього довкілля.....	80
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	90
ВИСНОВКИ	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58
Додаток А «Графічний матеріал до магістерської роботи».....	60

ВСТУП

Транспорт є однією з ключових галузей будь-якої держави, найважливішим фактором ефективного розвитку економіки. Становлення ринкових економічних відносин посилює цю роль транспорту, так як при його особистій участі формуються регіональні товарні ринки.

У структурі суспільного виробництва транспорт належить до сфери виробництва матеріальних послуг. Транспорт як складова частина більш великої системи, тобто логістичного ланцюга, привів до необхідності розглядати його в різних аспектах. З точки зору вивчення ефективності роботи окремих видів транспорту інтерес представляють перевезення вантажів між пунктами відправлення та призначення на кожному з них. Однак з позиції організації перевезень доцільно аналізувати весь процес перевезення в цілому “від дверей” відправника вантажу “до дверей” вантажоодержувача. Якщо ж враховувати інтереси клієнтури, то тут необхідно брати до уваги не тільки перевезення на магістральних видах транспорту, а й обробку, зберігання, упаковку і розпаковування, подачу матеріалів до верстатів в цеху і всі пов'язані з цим процеси інформації, що супроводжують матеріальний потік. Такий підхід сприяє оптимальному вибору транспортних послуг, бо якість перевезень, як правило, в більшій мірі відбивається на загальних витратах, ніж собівартість перевезень.

Особливе місце серед різних видів транспорту займає автомобільний. Він більш мобільний за своєю природою і менш залежить від зовнішніх факторів. У більшості країн автомобільний транспорт займає провідне місце за обсягами перевезень вантажів і пасажирів. Цей вид перевезень надзвичайно гнучкий щодо маршрутів і графіків руху. Вантажівки в змозі перевозити товар “від дверей до дверей”, позбавляючи відправника від необхідності зайвих

					MP.124.6145м.6	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевезень. Вантажівки забезпечують більш високу оперативність послуг, що надаються.

Логістика – це бізнес-концепція, що базується на залученні окремих взаємопов'язаних елементів в загальний процес з метою запобігання нераціонального витрачання ресурсів компанії. Одним з напрямків організації транспортної логістики є оптимізація не тільки витрат по залученню автотransпортних засобів на підприємстві, але також і оптимізації самих перевезень. А так як до 50% всіх витрат на логістику пов'язано саме з транспортними витратами, то, відповідно, від ефективності вирішення даних питань буде залежати прибуток компанії, її становище на ринку, імідж, конкурентоспроможність і т. д.

Оптимізація транспортних перевезень – це використання методів і технологій, що дозволяють розрахувати маршрути за витратами, пов'язаними з перевезеннями.

Об'єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процес оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови маршрутів перевезень чи їх корегуванні.

Предметом дослідження являються методи оптимізації транспортних перевезень, які використовуються в процесі побудови маршрутів перевезення, та знаходяться в математичних апаратах інформаційних систем.

Метою роботи є дослідження існуючих методів оптимізації транспортних перевезень і вдосконалення математичної моделі транспортної задачі, яка має бути більш ефективною при використанні разом з існуючими методами оптимізації, шляхом введення нових обмежень на якість покриття доріг та інтенсивності транспортного потоку на цих дорогах.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Опис актуальності дослідження методів оптимізації транспортних перевезень

Актуальність теми полягає у тому, що на сьогоднішній день транспортні перевезення є найбільш перспективним напрямком в діяльності будь-якого підприємства і є невід'ємною частиною економічного розвитку країни. Для сучасного бізнесу важливо налагодити всі процеси, від вибору постачальників до доставки товару клієнту. При цьому одна з найважливіших і витратних областей – це логістика транспортних перевезень. Її компетенція поширюється від доставки матеріалів на виробництво до розвезення готового товару кінцевим покупцям [3].

Логістика – наука про оптимальне управління матеріальними та іншими супутніми потоками в будь-якій сфері людської діяльності. Логістика, в даний час, одна з найбільш затребуваних наук і управлінських практик. І не тільки в економіці, але і в інших областях (політиці, містобудуванні, інженерії, екології та ін.). Логістика займається питаннями оптимізації роботи систем, основу яких складають потоки. Це можуть бути як потоки в звичному нам розумінні слова (нафто-, газопроводи інші комунікації), так і транспортні потоки, потоки ресурсів на виробництві, інформаційні потоки в мережах [4].

Грамотно організована система перевезень дозволяє скоротити витрати на утримання автопарку, а також мінімізувати ризики затримок і псування вантажу. Саме для цього необхідно постійно оптимізувати систему транспортної логістики, тим самим зменшувати витрати без втрати якості перевезення [4].

Транспортна задача – це алгоритм рішення лінійних рівнянь або рішення іншими способами з метою знайти оптимальний план перевезень. Змінними в рішенні таких задач є пункти – від точки постачальника до точки

					MP.124.6145м.6	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживача (клієнта). Головною метою вирішення таких завдань є зниження витрат і максимальна оптимізація транспортної діяльності підприємства [5].

Наприклад, якщо компанія з перевезень може своєчасно бути поінформована про пробки на дорозі, їй так легше буде скорегувати маршрут своїх машин заздалегідь або ж шляхом. Інформованість, економія, розрахунок руху по маршруту і інші технології оптимізації дозволяють доставити вантаж клієнта швидко, вчасно і з максимальною збереженням вантажу.

Оптимізація автотранспортних перевезень – це використання методів і технологій, що дозволяють максимально точно розрахувати час керування маршрутами та витратами, пов'язаними з перевезеннями [5].

Поняття оптимізації вантажних перевезень полягає у постійному, регулярному удосконаленні системи перевезення (доставки, завантаження/розвантаження) вантажів клієнтів [6].

Беручи до уваги методи оптимізації перевезень вантажів або пасажирів, забезпечуючи безпеку вантажу, а також точно розраховуючи час відбуття, прибуття, завантаження-розвантаження і простою, цілком можна зробити роботу транспортних ліній якісними [6].

Це впливає на різноманітні фактори, такі як час виконання, ефективність виконання вантажних перевезень, а також на найголовніше – витрати та прибуток автотранспортного підприємства. З оптимізацією перевезень підприємство завжди буде впевнено рухатися в бік зростання і максимально якісного обслуговування в сфері надання послуг логістики.

1.2 Аналіз існуючих методів оптимізації транспортних перевезень

У сучасному логістичному менеджменті розроблена методологічна база, що дозволяє знизити витрати на транспортування вантажів і пасажирів.

Рішення в рамках даних методів приймаються на основі математичного моделювання. Це можуть бути алгоритми для комп'ютерних розрахунків або евристичні моделі.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Транспортна задача – це математична задача лінійного програмування спеціального вигляду про пошук оптимального розподілу однорідних об'єктів з мінімізацією витрат на переміщення [7].

Рішення транспортної задачі починається з пошуку допустимого початкового рішення (опорний план перевезень), щоб всі запаси постачальників були розподілені по споживачам. Допустиме початкове рішення не обов'язково виявляється оптимальним, а метод його знаходження може бути як простим (метод північно-західного кута або аналоги) або більш складним і наближеним до оптимального рішення (мінімальних тарифів, метод Фогеля) [8].

В рамках цього дослідження будуть розглянуті та проаналізовані математична модель класичної транспортної та наступні методи оптимізації транспортних перевезень (найбільш поширенні та актуальні): метод північно-західного кута, метод мінімальної вартості (мінімальних тарифів) та метод потенціалів для визначення оптимального плану перевезення.

1.2.1 Модель транспортної задачі

Транспортна задача – це специфічна задача лінійного програмування, застосовувана для визначення найекономічнішого плану перевезення однорідної продукції від постачальників до споживачів [9]. Математична модель транспортної задачі має такий вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

за обмежень:

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

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n}); \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}),$$

					МР.124.6145М.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

(4)

де x_{ij} – кількість продукції, що перевозиться від i -го постачальника до j -го споживача;

c_{ij} – вартість перевезення одиниці продукції від i -го постачальника до j -го споживача;

a_i – запаси продукції i -го постачальника; b_j – попит на продукцію j -го споживача.

Якщо в транспортній задачі загальна кількість продукції постачальників дорівнює загальному попиту всіх споживачів, тобто

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (5)$$

то таку транспорту задачу називають збалансованою, або закритою. Якщо ж така умова не виконується, то транспортну задачу називають незбалансованою, або відкритою [9].

Планом транспортної задачі називають будь-який невід'ємний розв'язок системи обмежень (2) – (4) транспортної задачі, який позначають матрицею

$$x = (x_{ij}) \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}). \quad (6)$$

Оптимальним планом транспортної задачі називають матрицю:

$$X^* = (x_{ij}^*) \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}), \quad (7)$$

яка задовольняє умови задачі і для якої цільова функція (1) набуває найменшого значення.

					МР.124.6145м.6	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Початкові дані транспортної задачі записуються у вигляді таблиці, яка наведена на рисунку 1.1.

Пункти відправлення	Пункти призначення					Запаси
	B_1	...	B_j	...	B_n	
A_1	C_{11}	...	C_{1j}	...	C_{1n}	a_1
	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	
...	...	...	...	...	...	...
A_i	C_{i1}	...	C_{ij}	...	C_{in}	a_i
	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{in}	
...	...	...	...	...	...	...
A_m	C_{m1}	...	C_{mj}	...	C_{mn}	a_m
	x_{m1}	...	x_{mj}	...	x_{mn}	
Потреби	b_1	...	b_j	...	b_n	

Рисунок 1.1 – Вигляд початкових даних транспортної задачі [1]

1.2.2 Аналіз методу північно-західного кута

Ідея методу північно-західного кута полягає в тому, що заповнення таблиці перевезень транспортної задачі починається з лівого

верхнього (північно-західного) кута, не враховуючи вартостей перевезень. У клітину записують менше з двох чисел a_1 та b_1 . Далі переходять до наступної клітинки в цьому ж рядку або у стовпчику і заповнюють її і так далі. Закінчують заповнення даної таблиці у правій нижній клітинці. У такий спосіб значення поставок будуть розташовані по діагоналі таблиці [10].

Для того, щоб закріпити даний алгоритм більш детально розглянемо наступний приклад: на три бази 1; 2; 3 поступив товар в кількості 140; 180; 160. Цей вантаж треба перевезти в п'ять пунктів призначення 1; 2; 3; 4; 5 в кількостях 60; 70; 120; 130; 100.

Тарифи перевезення записані в таблиці, наведених на рисунку 1.2.

Пункти відправлення	Пункти призначення					Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	2	3	4	2	4	140
A_2	8	4	1	4	1	180
A_3	9	7	3	7	2	160
Потреби	60	70	120	130	100	480

Рисунок 1.2 – Тарифи перевезення[1]

Для того, щоб знайти план перевезення, спочатку, не враховуючи вартостей перевезення, задовільняємо потреби першого пункту призначення 1 , використовуючи запаси першого пункту відправлення 1 . У нашому прикладі потреби в товарі пункту 1 становлять $1 = 60$, а запаси відправника $- 1 = 140$. Тобто із запасів першого пункту відправлення ми можемо повністю задовільнити потреби першого пункту призначення. Тому у клітинку 11 записуємо менше із значень 1 , , тобто 60 [10]. На рисунку 1.3 наведено результат першого кроку побудови плану перевезення (задовільнення потреб першого пункту призначення 1):

Пункти відправлення	Пункти призначення					Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	2	3	4	2	4	140
	60					
A_2	8	4	1	4	1	180
A_3	9	7	3	7	2	160
Потреби	60	70	120	130	100	480

Рисунок 1.3 – Задовільнення потреб першого пункту призначення [1]

Тепер переходимо до задоволення потреб другого пункту призначення – 2 (рисунок 1.4), потреби якого становлять $2 = 70$. Після задоволення потреб пункту 1 , залишок запасів першого пункту відправлення становить $140 - 60 = 80$ (цього достатньо, щоб задовільнити потреби і другого пункту призначення). Тому записуємо в клітинку $1\ 2$ значення 70 і переходимо до задоволення потреб пункту 3 .

Пункти відправлення	Пункти призначення					Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	2	3	4	2	4	140
	60	70				
A_2	8	4	1	4	1	180
A_3	9	7	3	7	2	160
Потреби	60	70	120	130	100	480

Рисунок 1.4 – Задовільнення потреб другого пункту призначення[2]

Залишок запасів у першого пункту призначення, після задоволення потреб пунктів призначення 1 і 2 , становить $140 - 60 - 70 = 10$. Тому третьому споживачеві від першого відправника можемо перевезти лише 10 одиниць продукції (рисунок 1.5). Отже, в клітинку $1\ 3$ помістимо число 10 .

Пункти відправлення	Пункти призначення					Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	2	3	4	2	4	140
	60	70	10			
A_2	8	4	1	4	1	180
A_3	9	7	3	7	2	160
Потреби	60	70	120	130	100	480

Рисунок 1.5 – Задовільнення потреб третього пункту призначення [2] з

Після цього, оскільки запаси першого відправника повністю вичерпані, переходимо до використання запасів наступного постачальника 2. Його запаси рівні $z_2 = 180$. А незадоволені потреби третього пункту призначення $120 - 10 = 110$. Тому в клітинку z_{23} записуємо число 110, і третій споживач, у такий спосіб, також отримав необхідну кількість продукції.

Подальші кроки задовільнення потреб пунктів призначення виглядають так само, тому остаточний результат буде наведений на рисунку 1.6.

Переходимо до задоволення потреб наступного споживача, а саме 4. У результаті часткового використання запасів другого пункту відправлення його залишок продукції становить $180 - 110 = 70$. Отже від другого пункту відправлення до четвертого пункту призначення можна перевезти лише 70 одиниць продукції. Тому клітинка z_{24} міститиме число 70, і цим запаси постачальника 2 будуть також повністю вичерпані [10].

Переходимо до використання запасів останнього пункту відправлення 3. Залишок потреб четвертого пункту становить $130 - 70 = 60$. Для їх задоволення скористаємось запасами відправника 3. У клітинку z_{34} запишемо число 60 і потреби четвертого пункту також повністю задоволені [10].

Переходимо до останнього споживача 5 з потребами $z_5 = 100$, які повністю задовольняються за рахунок залишку третього відправника $160 - 60 = 100$, тобто у клітинку z_{35} запишемо число 100. Таким чином ми отримали кінцеву

таблицю, у заповнених клітинках якої містяться числа, які означають можливий план перевезення продукції з загальною вартістю =

$$60 \cdot 2 + 70 \cdot 3 + 10 \cdot 4 + 110 \cdot 1 + 70 \cdot 4 + 60 \cdot 7 + 100 \cdot 2 = 1380 \text{ умовних одиниць.}$$

Результат побудови опорного плану перевезення за методом північно-західного кута наведений у рисунку 1.6.

Пункти відправлення	Пункти призначення					Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	2	3	4	2	4	140
	60	70	10			
A_2	8	4	1	4	1	180
			110	70		
A_3	9	7	3	7	2	160
				60	100	
Потреби	60	70	120	130	100	480

Рисунок 1.6 – Опорний план перевезення[4]

1.2.3 Аналіз методу мінімальної вартості

Ідея методу мінімального елемента полягає в тому, що на кожному кроці заповнюють клітинку таблиці, яка має найменшу вартість перевезення одиниці продукції. Такі дії повторюють до тих пір, поки не буде розподілено всю продукцію між пунктами відправлення і пунктами призначення [11].

Складемо розв'язок наступної задачі з допомогою цього методу. Приклад: На три бази 1; 2; 3 поступив товар в кількості 160; 140 і 170 одиниць відповідно. Цей вантаж потрібно перевезти в чотири пункти призначення 1; 2; 3; 4, потреби яких становлять 120; 50; 190; 110 [11]. Тарифи перевезення записані в таблиці, яка представлена на рисунку 1.7.

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	7	8	1	2	160
A_2	4	5	9	8	140
A_3	9	2	3	6	170
Потреби	120	50	190	110	470

Рисунок 1.7 – Тарифи перевезення [4]

Найменшу вартість має перевезення, яке здійснюються з 1 в 3 , ціна перевезення одиниці продукції якого становить 1-ну умовну одиницю. Заповнимо дану клітинку. Оскільки відправник 1 має в запасі 160 одиниць продукції, а пункт призначення 3 потребує – 190, то від першого відправника третьому споживачеві можна перевезти лише 160 одиниць продукції [11]. І таким чином запаси першого пункту відправлення повністю вичерпані (перший рядок викреслюємо з розгляду, рисунок 1.8).

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	7	8	1	2	160
			160		
A_2	4	5	9	8	140
A_3	9	2	3	6	170
Потреби	120	50	190	110	470

Рисунок 1.8 – Часткове задовільнення потреб пункту призначення 3

З клітинок, що залишилися вибираємо ту, в якій знаходиться маршрут з мінімальною вартістю перевезення. Таких клітинок у нас дві: 3_2 і 1_4 .

Виходячи з того, що клітинка 1_4 знаходиться в першому рядку, а його ми на попередньому кроці викреслили з розгляду, то будемо заповнювати клітинку 3_2 . Обсяг запасів пункту відправлення рівні $3 = 170$, а потреби $2 = 50$, тому, за рахунок запасів третього відправника, потреби другого споживача

задовільняються в повному обсязі (стовбець під номером два викреслюється з розгляду) і в клітинку з 2 записуємо число 50 [11]. В результаті отримуємо таблицю, яка наведена на рисунку 1.9.

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	7	8	1	2	160
			160		
A_2	4	5	9	8	140
A_3	9	2	3	6	170
		50			
Потреби	120	50	190	110	470

Рисунок 1.9 – Задовільнення потреб пункту призначення [5]

Знову вибираємо клітинку (серед тих що залишилися незаповненими) з найменшою вартістю перевезень. Такою клітинкою буде з 3. Виходячи з того, що запаси третього пункту відправлення становлять $z = 170 - 50 = 120$, а потреби третього пункту призначення рівні $z = 190 - 160 = 30$, то ставимо в клітинку з 3 значення 30. І таким чином потреби 3-го пункту призначення задоволені, а стовбець в якому знаходиться даний пункт викреслюємо з розгляду (рисунок 1.10).

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	7	8	1	2	160
			160		
A_2	4	5	9	8	140
A_3	9	2	3	6	170
		50	30		
Потреби	120	50	190	110	470

Рисунок 1.10 – Задовільнення потреб пункту призначення [1]

Продовжуючи даний процес до тих пір, поки усі запаси не будуть вичерпані, а потреби — задоволеними, ми отримаємо таблицю (рисунк 1.11),

у заповнених клітинках якої містяться числа, які означають можливий план перевезення продукції із загальною вартістю $= 120 * 4 + 50 * 2 + 160 * 1 + 3 * 30 + 20 * 8 + 90 * 6 = 1530$.

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	7	8	1	2	160
			160		
A_2	4	5	9	8	140
	120			20	
A_3	9	2	3	6	170
		50	30	90	
Потреби	120	50	190	110	470

Рисунок 1.10 – Задовільнення потреб пункту призначення [4]

Продовжуючи даний процес до тих пір, поки усі запаси не будуть вичерпані, а потреби — задоволеними, ми отримаємо таблицю (рисунк 1.11),

у заповнених клітинках якої містяться числа, які означають можливий план перевезення продукції із загальною вартістю $= 120 * 4 + 50 * 2 + 160 * 1 + 3 * 30 + 20 * 8 + 90 * 6 = 1530$.

Пункти відправлення	Пункти призначення				Запаси
	B_1	B_2	B_3	B_4	
A_1	7	8	1	2	160
			160		
A_2	4	5	9	8	140
	120			20	
A_3	9	2	3	6	170
		50	30	90	
Потреби	120	50	190	110	470

Рисунок 1.11 – Опорний план перевезення за методом мінімальної вартості [6]

1.2.4 Аналіз методу потенціалів

Для знаходження оптимального плану транспортної задачі необхідно спочатку визначити опорний план перевезень з допомогою методу північно-західного кута чи методу мінімального елемента, які було розглянуто у попередніх підрозділах [12].

Теорема: Якщо x^* – деякий опорний план транспортної задачі, для якого виконуються наступні обмеження, а саме:

$$\beta_j + \alpha_i = C_{ij} \text{ для } x_{ij} > 0$$

$$\beta_j + \alpha_i \leq C_{ij} \text{ для } x_{ij} = 0$$

тоді даний опорний план є оптимальним. α_i та β_j називаються потенціалами пунктів відправлення та пунктів призначення.

Перевірку опорного плану на оптимальність здійснюють за допомогою методу потенціалів [12].

Алгоритм даного методу полягає в наступному:

-знаходимо потенціали пунктів відправлення (α_i) і пунктів призначення (β_j). Для цього, для кожної зайнятої клітинки будуюмо лінійне рівняння виду $\beta_j + \alpha_i = C_{ij}$. В результаті отримуємо систему лінійних рівнянь, розв'язавши яку знайдемо шукані потенціали. Зауваження: Зайнятих клітинок завжди є $n+m-1$. Значить ми отримаємо $n+m-1$ рівняння з $n+m$ невідомими. Щоб розв'язати дану систему покладемо $\alpha_1 = 0$; для усіх вільних клітинок знаходимо значення $\alpha_i = C_{ij} - \beta_j$. Якщо всі елементи будуть додатніми, то побудований опорний план є оптимальним. Якщо ж серед значень α_i будуть від'ємні елементи, то це означає, що побудований опорний план не являється оптимальним і є можливість переходу до іншого опорного плану.

Алгоритм переходу до іншого опорного плану наступний:

					MP.124.6145м.6	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

серед усіх від'ємних знаходимо максимальне по модулю значення. Це означає, що дана клітинка повинна бути зайнятою;

-для клітинки в якій знаходиться максимальне по модулю значення будуємо цикл перерахунку; починаючи з клітинки, де знаходиться , кожену вершину циклу позначаємо знаком плюс і мінус, чергуючи їх послідовно;

-серед значень клітинок позначених мінусом вибираємо мінімальне значення;

-до клітинок позначених знаком плюс додаємо це (мінімальне) значення, а від клітинок позначених знаком мінус – віднімаємо мінімальне значення.

Клітинка де знаходилося мінімальне значення стає вільною. В результаті отримуємо новий опорний план, який знову потрібно перевірити на оптимальність [12].

1.3 Обґрунтування мети та формування вимог до удосконалення математичної моделі транспортної задачі

Грамотно організована система перевезень дозволяє скоротити витрати на утримання автопарку, а також мінімізувати ризики затримок і псування вантажу. Саме для цього необхідно постійно оптимізувати систему транспортної логістики, тим самим зменшувати витрати без втрати якості перевезення.

Оптимізація транспорту необхідна при неконтрольованому зростанні витрат, а саме:

- витрат на навантаження і розвантаження;
- витрат на доставку в кінцеву точку і проміжні пункти;
- паливних витрат і витрат на експлуатацію ТЗ;
- оплати праці водіям, механікам і ін.

Таким чином, при зростанні цих показників при збереженні обсягу і швидкості перевезення необхідно проаналізувати поточну логістичну стратегію

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

і визначити причини і можливі ризики збільшення витрат. Як правило, аналізу піддаються наступні етапи:

- спосіб переміщення вантажу і вибір транспортного засобу;
- маршрути перевезень;
- схема розташування складів компанії;
- вибір логістичних посередників (при необхідності).

1.3.1 Мета вдосконалення математичної моделі

У класичній транспортній задачі маршрут доставки вантажу оцінюється за пройденим транспортним засобом шляху, але при цьому не враховується безліч інших факторів, що впливають на час доставки.

Отже, метою даної роботи є вдосконалення математичної моделі транспортної задачі, що дозволяє оптимізувати організацію доставки вантажу з точки зору скорочення затрат на перевезення з урахуванням якості дороги, інтенсивності транспортного потоку і погодних умов.

1.3.2 Вимоги до математичної моделі

Спираючись на результати аналізу існуючих математичних методів та математичну модель класичної транспортної задачі, вимоги до удосконалення наступні:

- вдосконалення математичної моделі класичної транспортної задачі з урахуванням різноманітних факторів, такі як якість покриття та завантаженість доріг, які безпосередньо впливають на процес доставки вантажа до пунктів призначення, і таким чином скоротити витрати на вантажні перевезення;
- застосування вдосконаленої моделі та побудова маршрутів існуючими методами повинна давати результат, який має бути оптимальним з точки зору затрат на перевезення;
- вдосконалена модель повинна бути орієнтована на оперативне корегування маршрутів при необхідності;
- використання методу не повинно займати багато часу.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.4 Формування критеріїв оптимальності до вдосконаленої математичної моделі транспортної задачі

Задля того, щоб мати можливість оцінити та дослідити результати дослідження, а саме застосування удосконаленої математичної моделі з використанням існуючих методів оптимізації вантажних перевезень, були сформовані наступні критерії ефективності, які зображені в таблиці 1.1.

Мінімум транспортної роботи в тонно-кілометрах та вартість вантажного перевезення є основними критеріями оптимальності в транспортній задачі. Окрім цього, бувають випадки, коли неможливо перебудувати маршрут більш оптимально, а навпаки – з додатковими витратами, тому що немає інших альтернатив. У цьому випадку, до перелічених вище критеріїв оптимальності слід додати також те, що перерахована вартість доставки на i -м шляху не повинна перевищувати 10 відсотків від початкової вартості.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 1.1 – Критерії ефективності вдосконаленої математичної моделі транспортної задачі

Критерій	Спосіб обчислення
Вартість вантажного перевезення (для скорегованого маршруту)	$C_{ij} \rightarrow \min$ або $C_{ij} \text{ (після корегування) } C_{ij} \leq 10\%$ де i – постачальник; j – споживач
Мінімум транспортної роботи в ТОННО-кілометрах	$Z_{\text{після корегування}} = \sum \sum C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$ або $Z_{\text{після корегування}} - Z \leq 10\%$ де x_{ij} – кількість продукції, що перевозиться від i-го постачальника до j-го споживача; c_{ij} – вартість перевезення одиниці продукції від i-го постачальника до j-го споживача; a_i – запаси продукції i-го постачальника; b_j – попит на продукцію j-го споживача.

1.5 Постановка задачі дослідження

Об'єктом дослідження в рамках магістерської атестаційної роботи є процес оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови маршрутів перевезень чи їх корегуванні.

Предметом дослідження являються методи оптимізації транспортних перевезень, які використовуються в процесі побудови маршрутів перевезення, та знаходяться в математичних апаратах інформаційних систем.

Метою даної роботи є дослідження методів побудови опорного плану перевезень та вдосконалення математичної моделі транспортної задачі, яка має бути більш ефективною при використанні разом з існуючими методами оптимізації, шляхом введення нових обмежень на якість покриття доріг та інтенсивності транспортного потоку на цих дорогах.

Для досягнення мети, необхідно досліджувати наступні питання:

- проаналізувати існуючі методи оптимізації транспортних перевезень; обґрунтувати мету вдосконалення математичної моделі транспортної задачі та сформулювати вимоги до неї; сформулювати критерії оптимальності до методів оптимізації перевезень;
- розробити вдосконалену модель транспортної задачі з урахуванням різноманітних факторів при побудові маршрутів перевезень;
- застосувати вдосконалену модель транспортної задачі разом з існуючими методами оптимізації перевезень на практиці задля відображення його переваг над класичною моделлю.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ВИСНОВОК

У першому розділі було позглянуто існуючі методи транспортування, вивлені основні недоліки, а також запропонован метод покращення існуючого методу, поставлені основні цілі дослідження

					MP.124.6145м.6	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					MP.124.6145м.6	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

У результаті досліджень існуючих методів оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови їх маршрутів, було отримано дані та опис роботи існуючих методів. Спираючись на результати, була розроблена вдосконалена математична модель транспортної задачі, яка буде проаналізована та детально описана в цьому розділі наукової атестаційної роботи.

2.1 Розробка вдосконаленої математичної моделі

На основі аналізу відомих моделей транспортування встановлено, що маршрут доставки вантажу в них оцінюється тільки за пройденим транспортним засобом шляху. При цьому не враховується безліч факторів, які впливають на час доставки вантажу, таких як вид транспортного засобу, інтенсивність транспортного потоку, пропускна здатність дороги, погодні та сезонні умови, час доби та ін. В зв'язку з цим створення математичної моделі, що враховує вплив зазначених чинників на час доставки вантажів, набуває особливої значущості.

Вдосконалення моделі орієнтовано на оперативне корегування маршрутів за урахуванням якості і пропускної здатності доріг. Тобто, пошук альтернативного шляху до місця призначення та перерахування вартості доставки вантажу.

Потребою для корегування можуть бути різні ситуації на дорогах – погіршення стану доріг із-за змінення погодних умов, масштабні аварійні ситуації, перекриття доріг на ремонтні роботи тощо.

Для того, щоб інформація про стан та пропускну здатність доріг була актуальною, доцільно оновлювати цю інформацію через визначений період часу з використання сторонніх систем, такі як GoogleMaps.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При створенні такої моделі недоцільно відмовлятися від відомих добре опрацьованих економіко-математичних методів. Необхідно тільки внести в них корективи, що дозволяють підвищити їх точність за рахунок введення додаткових параметрів [13].

Визначимо параметри математичної моделі. Вхідними є наступні параметри:

$$T = \{M, S, G, Q, C\}, \quad (10)$$

де M – сукупність маршрутів;

S – довжина шляху;

C – вартість доставки від i -го постачальника до j -го споживача.

В рамках нової моделі оптимізація перевезення полягає у тому, щоб знизити вартість доставки C (або не перевищити допустиму процентну різницю вартостей) на основі параметрів S, G, Q для альтернативного маршруту.

Вартість доставки за альтернативним маршрутом представлена у наступному вигляді:

$$C_{\text{доставки}} = (F * S * P) + R \quad (11)$$

де F – середня витрата палива;

S – відстань;

P – вартість 1л палива;

R – інші витрати.

Інші витрати R являють собою сукупність наступних показників – зарплата водія, амортизація транспортного засобу (витрати на ремонт, обслуговування тощо), податки та прибуток. Ці показники в основному статичні і не будуть нести суттєвий вплив на перерахунок вартості доставки, на відміну від витрат палива, відстані маршруту та вартості 1л палива.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня витрата палива F залежать від максимально дозволеної швидкості транспортного засобу на i -му шляху, яка в свою чергу залежить від пропускної здатності цього маршруту G та якості його покриття Q . Таким чином:

$$V_{max} = \begin{cases} V_k, & V_k \leq V_{pdr}; \\ V_{pdr}, & V_k > V_{pdr}, \end{cases} \quad (12)$$

Де V_{pdr} максимально допустима швидкість, яка визначається правилами дорожнього руху на даній ділянці дороги;

– V_k максимальна швидкість, яку дозволяє розвинути k -е транспортний засіб.

Пропускна здатність G i -го шляху характеризується коефіцієнтами, які розраховуються спеціальними експертами та представляються у вигляді таблиці (таблиця 2.1).

					MP.124.6145м.6	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Приклад коефіцієнтів пропускної здатності шляху

Сезон року	Коефіцієнт пропускної здатності (G_i) на i -му шляху			
	1	2	3	4
Літо	0,99	0,91	0,98	0,99
Осінь	0,75	0,6	0,83	0,87
Зима	0,6	0,4	0,55	0,78
Весна	0,99	1	0,79	0,93

Коефіцієнти якості покриття доріг Q також розраховується спеціальними експертами та оновлюються у визначений період часу зі застосуванням сторонніх систем, таких як GoogleMaps.

Отримати інформацію щодо стану доріг з GoogleMaps можливо абсолютно безкоштовно за наявності особистого аккаунта. Інформація про стан дороги характеризується 4-ма станами (аварійний, незадовільний, задовільний, нормальний) та відповідним діапазоном коефіцієнтів:

$$Q_{\text{ділянки дороги}}^f = \begin{cases} \text{аварійний, якщо } 0 \leq Q < 0,25; \\ \text{незадовільний, якщо } 0,25 \leq Q < 0,5; \\ \text{задовільний, якщо } 0,5 \leq Q < 0,75; \\ \text{задовільний, якщо } 0,75 \leq Q < 1. \end{cases} \quad (13)$$

Таким чином, щоб отримати витрати палива, необхідно розрахувати середню швидкість транспортного засобу на усіх ділянках i -го маршруту з урахуванням максимальної швидкості та коефіцієнтів якості та пропускної здатності ділянок:

$$V_{sr} = \sum_{i=1}^n V_{max} * G * Q, \quad (14)$$

де V_{max} – максимально допустима швидкість на i -й ділянці шляху;

G – коефіцієнт пропускної здатності на i -й ділянці шляху;

Q – коефіцієнт якості покриття на i -й ділянці шляху.

Таким чином, маючи показник середньої швидкості проходження усіх ділянок доріг, середня витрата палива F отримуються з таблиці, де вказані витрати палива для транспортного засобу залежно від швидкості (таблиці 2.2).

Таблиця 2.2 – Приклад середньої витрати палива

Швидкість, км/год	Середня витрата палива транспортного засобу (), л/100 км		
	1	2	3
< 60	25	27	21
60–80	20	25	14
> 80	15	19	11

Отже, отримавши усі важливі показники такі як S, G, Q для альтернативного маршруту, необхідно розрахувати вартість доставки, застосувавши ці показники до формули (11) та порівняти результат з вартістю початкового маршруту згідно визначеним критеріями оптимальності.

2.2 Розробка алгоритму реалізації вдосконаленої моделі перевезень

Вдосконалена математична модель транспортної задачі, пропонована у рамках даної роботи в цілому не суттєво змінює вже існуючий алгоритм побудови оптимальних перевезень, але додає ще декілька інших кроків, які пов'язані насамперед із корегуванням маршрутів перевезень з урахуванням факторів якості та пропускної здатності доріг. Отже, застосовуючи нову модель задачі, оптимізація буде мати наступні етапи:

- отримання даних щодо вартості доставки від i -го постачальника до j -го споживача;
- побудова опорного плану перевезень за одним із досліджених методів – північно-західного кута чи методом мінімальної вартості;
- оптимізація опорного плану методом потенціалів;
- отримання остаточного плану перевезень (шляховий лист);
- корегування маршрутів (за необхідністю). Цей етап також є частиною нової математичної моделі задачі. В цьому етапі виконується пошук альтернативних маршрутів та виконується розрахунок нової вартості доставки, попередньо отримавши актуальні дані щодо завантаженості та якості альтернативних доріг. Це корегування та перебудова маршруту потрібні тоді, коли вже у ході перевезення чи напередодні його здійснення по тим чи іншим причинам необхідно перебудувати маршрут через альтернативні шляхи із-за неможливості здійснити перевезення за поточним маршрутом. Причини можуть бути зовсім різні – перекрита дорога на ремонті роботи, масштабні аварії, погіршення якості ділянок маршруту через погіршення погодних умов

Отже, отримавши усі важливі показники такі як S, G, Q для альтернативного маршруту, необхідно розрахувати вартість доставки,

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

застосувавши ці показники до формули (11) та порівняти результат з вартістю початкового маршруту згідно визначеним критеріями оптимальності.

2.2 Розробка алгоритму реалізації вдосконаленої моделі перевезень

Вдосконалена математична модель транспортної задачі, пропонована у рамках даної роботи в цілому не суттєво змінює вже існуючий алгоритм побудови оптимальних перевезень, але додає ще декілька інших кроків, які пов'язані насамперед із корегуванням маршрутів перевезень з урахуванням факторів якості та пропускної здатності доріг. Отже, застосовуючи нову модель задачі, оптимізація буде мати наступні етапи:

- отримання даних щодо вартості доставки від i -го постачальника до j -го споживача;
- побудова опорного плану перевезень за одним із досліджених методів – північно-західного кута чи методом мінімальної вартості;
- оптимізація опорного плану методом потенціалів;
- отримання остаточного плану перевезень (шляховий лист);
- корегування маршрутів (за необхідністю). Цей етап також є частиною нової математичної моделі задачі. В цьому етапі виконується пошук альтернативних маршрутів та виконується розрахунок нової вартості доставки, попередньо отримавши актуальні дані щодо завантаженості та якості альтернативних доріг. Це корегування та перебудова маршруту потрібні тоді, коли вже у ході перевезення чи напередодні його здійснення по тим чи іншим причинам необхідно перебудувати маршрут через альтернативні шляхи із-за неможливості здійснити перевезення за поточним маршрутом. Причини можуть бути зовсім різні – перекрита дорога на ремонті роботи, масштабні аварії, погіршення якості ділянок маршруту через погіршення погодних умов тощо. Отже, в разі перебудови маршруту, змінюється і шляховий лист перевезень відповідно.

Етап корегування маршруту у свою чергу має наступні етапи:

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

– отримання даних щодо якості та поточного стану завантаженості альтернативних маршрутів. Цей етап являється одним із найважливіших при застосуванні нової математичної моделі. В залежності від цих даних, далі будуть корегуватися вартості кожної доставки з урахуванням цих факторів;

– перерахунок вартості доставки вантажу з урахуванням вище вказаних факторів. Після того, як було виконано перерахунок вартості, слід порівняти ці результати з початковими згідно критеріям оптимальності, які було визначено у постановці завдання.

Алгоритм оптимізації маршрутів перевезень включає в себе п'ять етапів, які описані вище, та на основі яких було розроблено цей алгоритм зі застосуванням вдосконаленої моделі транспортної задачі. Базовий алгоритм представлено на рисунку 2.1.

Що стосується етапу “корегування маршруту”, то нижче також наведена його декомпозиція. Цей етап являється не обов’язковим (лише за необхідності перебудови маршруту у разі змінення ситуації на визначених маршрутах перевезень), але він повинен бути розглянутий більш детально, тому що він і використовує усі нові вхідні параметри математичної моделі транспортної задачі. Деталізація етапу “корегування маршруту” наведена на рисунку 2.2.

Як видно на рисунку 2.2, однією з особливостей та переваг нової математичної моделі являється те, що з використанням таких сервісів як GoogleMaps, можливо отримати актуальний стан щодо завантаженості доріг та використовувати це разом із інформацією щодо стану доріг і розрахувати вартість доставки більш точно. Шляховий лист оновлюється відповідно до перерахунків.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

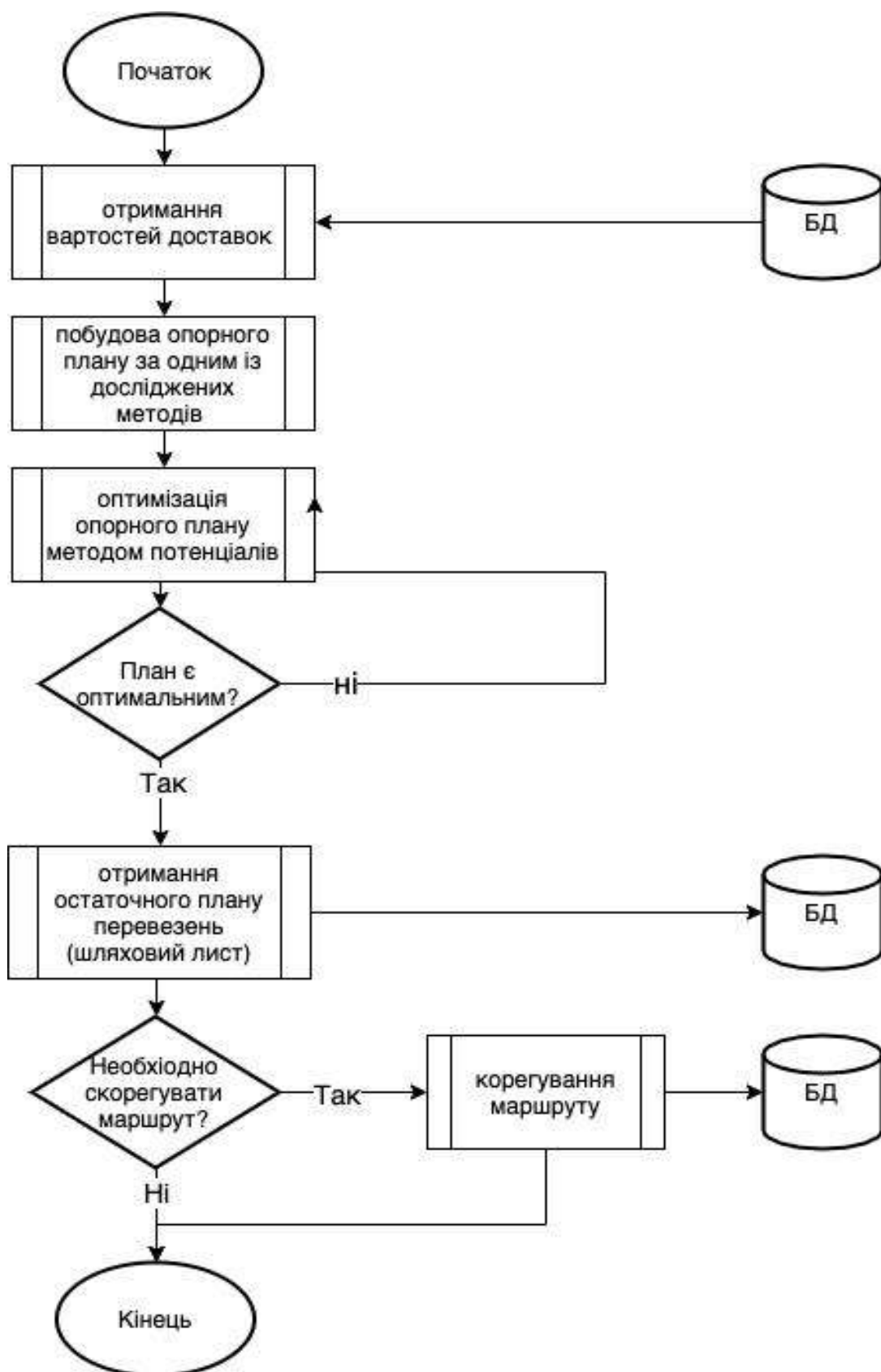


Рисунок 2.1 – Базовий алгоритм оптимізації транспортних перевезень [3]

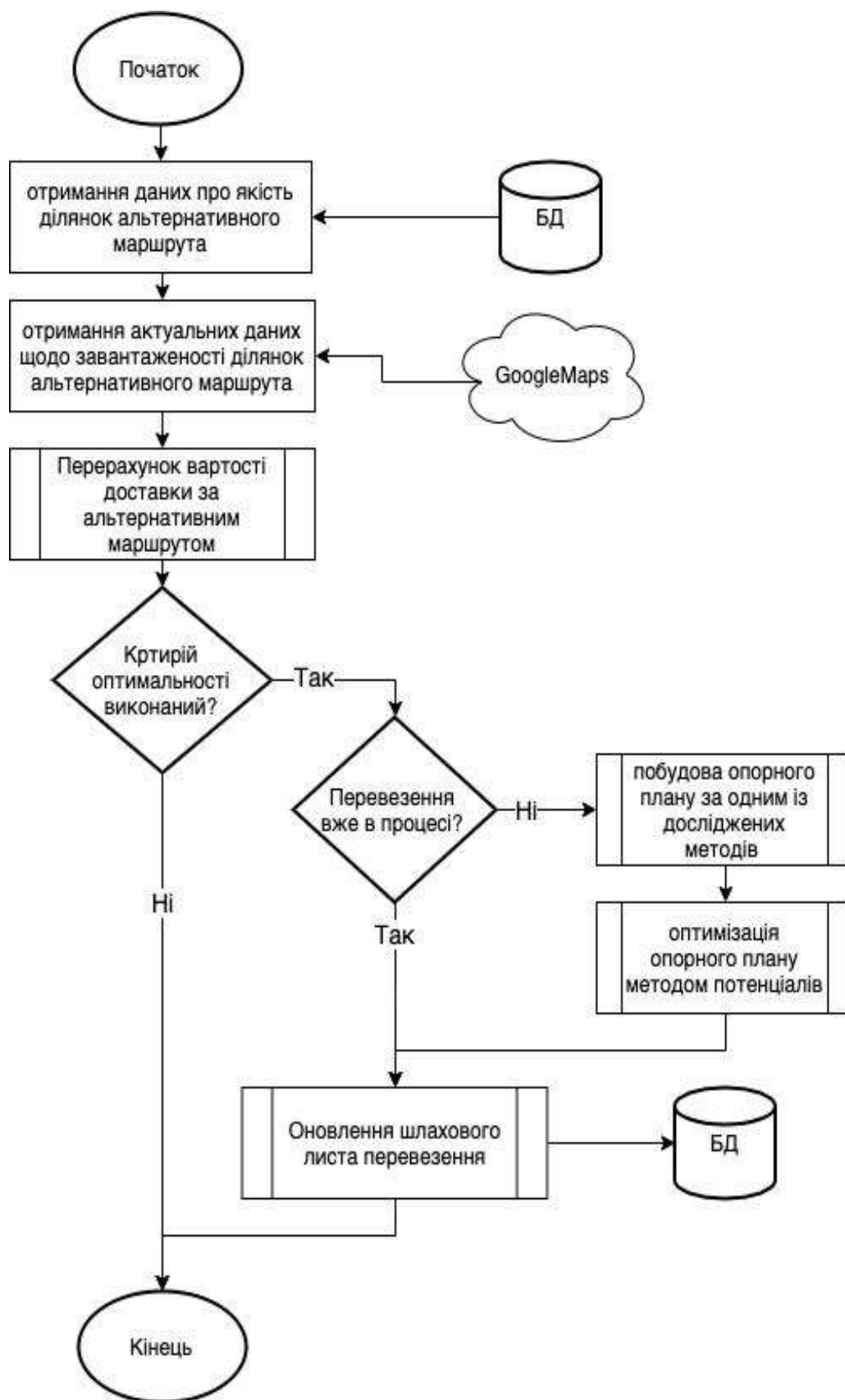


Рисунок 2.2 – Деталізація алгоритму корегування маршруту [4]

2.3 Розробка логічної моделі бази даних рішення задачі побудови плану перевезень

Для реалізації вдосконаленої математичної моделі транспортної задачі в рамках інформаційної системи, необхідно провести модифікації вже існуючої інформаційного забезпечення ІС – її логічної структури (тобто бази даних), у якій можливо зберігати та оновлювати інформацію щодо поточного стану якості доріг та їх завантаженості (пропускної здатності) найбільш поширених маршрутів АТП. На рисунку 2.3 наведено приклад фрагменту логічної моделі бази даних для обліку інформації про якість та завантаженість доріг, а також витрат палива транспортних засобів на реляційний основі.

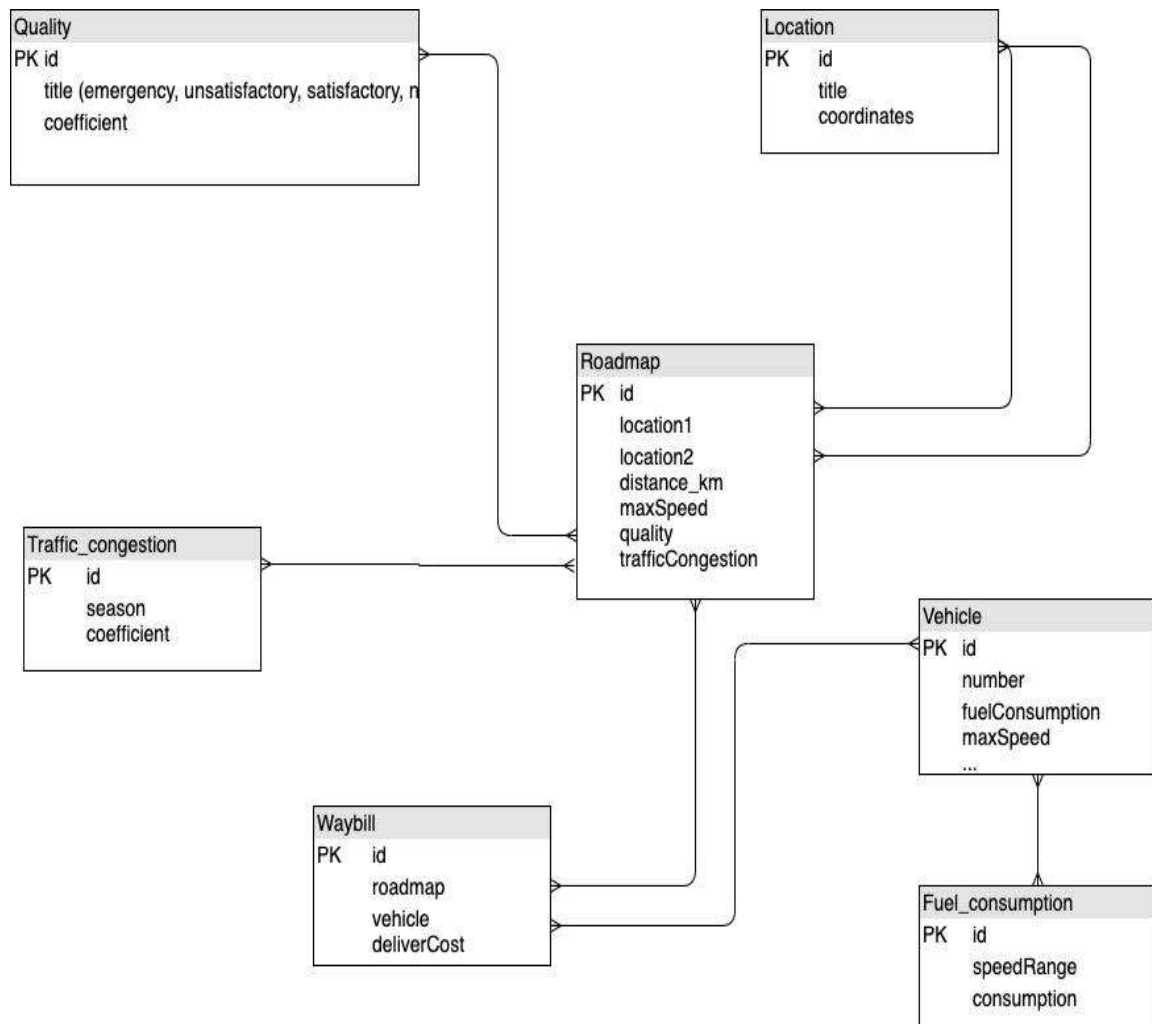


Рисунок 2.3 – Фрагмент логічної моделі бази даних для обліку інформації про якість та завантаженість доріг, а також витрат палива транспортних засобів [5]

ВИСНОВОК

У другому розділі було проведено вдосконалення математичного методу, було створенно алгоритм та логічна модель бази даних для обліку інформації про якість та завантаженість доріг, а також витрат палива транспортних засобів

					MP.124.6145м.6	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					MP.124.6145м.6	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

У результаті досліджень існуючих методів оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови їх маршрутів, було отримано дані та опис роботи існуючих методів. Спираючись на результати, була розроблена вдосконалена математична модель транспортної задачі, яка буде детально досліджена в цьому розділі наукової атестаційної роботи.

3.1 Методика проведення досліджень вдосконаленої моделі

Методика досліджень – це сукупність підходів, способів і прийомів проведення наукових досліджень. Вона відповідає на питання: як і яким чином проводити дослідження. Методика досліджень визначає: обладнання, прилади, кількість дослідів, план роботи, витрати часу і коштів. Завданням наукового дослідження є встановлення закономірності розвитку досліджуваного явища [14].

Методи дослідження можна розділити на:

- загальні (теоретичні, універсальні);
- приватні (емпіричні або практичні).

В даній атестаційній роботі для аналізу і дослідження результатів буде використовуватися теоретичний метод моделювання. При моделюванні об'єкт дослідження, існуючий в реальності, переноситься в штучно створену модель.

Робиться це з метою більш успішного моделювання ситуацій і отримання підсумків, які важко було б досягти в дійсності.

Так як предметна область даної атестаційної роботи, а саме транспортні перевезення, достатньо складна сама по собі і дослідити результати шляхом,

наприклад, емпіричного методу буде вкрай важко та дуже фінансово-затратно, тому методика моделювання є непоганою альтернативою в цьому випадку.

Завдяки цьому методу дослідження результатів, можливо виконати оцінку отриманих рішень в рамках наукової роботи, а також провести аналіз їх

					MP.124.6145м.6	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності спираючись на визначені критерії ефективності, наведені раніше в таблиці 1.1.

3.2 Аналіз вірогідності реалізації вдосконаленої моделі

Запропонована математична модель транспортної задачі була побудована спираючись на проведені наукові дослідження існуючих інформаційних систем, а також різноманітних математичних підходів вирішення задачі оптимізації транспортних перевезень.

Вірогідність результатів достатньо велика, так як дослідження проводилося за допомогою моделювання ситуацій, базуючись на реальних початкових даних, маючи для цього усі необхідні формули та алгоритми. Результати були отримані згідно виконанню етапів оптимізації транспортних перевезень. Ефективність нової математичної моделі повинна бути доведена сформульованими критеріями ефективності.

3.3 Аналіз ефективності вдосконаленої моделі з використанням критеріїв ефективності

Для проведення розрахунків та аналізу результатів ефективності, будуть використанні реальні дані щодо вартості та середніх витрат палива тощо,

які використовуються на автотранспортних підприємствах, які займаються перевезеннями по території країни.

Першим етапом оптимізації транспортних перевезень, які були визначені у попередньому розділі, є отримання усіх початкових даних щодо потреб споживачів та запасів складів (таблиця 3.1), дані щодо маршрутів, якими можливо доставити вантаж та вартість їх доставки та тариф, залежно від потреб споживачів (таблиця 3.2).

					MP.124.6145м.6	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Початкові дані щодо потреб споживачів та запасів складів.

	Спожив ач1	Спожив ач2	Спожив ач3	Запаси
Постачальник1				92
Постачальник2				25
Постачальник3				70
Потреби	63	87	37	

Наступним етапом, після того, як було отримано дані щодо маршрутів та підраховано вартість доставки та тарифів перевезення за одиницю товару відповідно, необхідно заповнити матрицю тарифів згідно таблиці 3.1 (результат наведений у таблиці 3.3) та побудувати опорний план згідно досліджених методів – північно-західного кута та методом мінімальної вартості.

Таблиця 3.2 – Дані маршрутів та тарифів перевезення, якими можливо доставити вантажі між кожним постачальником та споживачем.

Від постачальника	До споживача	Витрата палива (F), л/100 км	Відстань (S), км	Вартість палива (P), за 1 л	Вартість доставки "валової"	Потреби	Тариф перевезення (C) за 1 одиницю товару
Постачальник1	Споживач1	20	500	32	3200	63	50,8
Постачальник1	Споживач2	28	450		4032	87	46,3
Постачальник1	Споживач3	18	700		4032	37	108,8
Постачальник2	Споживач1	23	200		1472	63	23,4
Постачальник2	Споживач2	30	150		1440	87	16,5
Постачальник2	Споживач3	29	210		1948,8	37	52,7
Постачальник3	Споживач1	19	305		1854,4	63	29,4
Постачальник3	Споживач2	25	401		3208	87	36,9
Постачальник3	Споживач3	27	333		2877,2	37	77,7

Таблиця 3.3 – Матриця тарифів

	Споживач1	Споживач2	Споживач3	Запаси
Постачальник1	50,8	46,3	108,8	92
Постачальник2	23,4	16,5	52,7	25
Постачальник3	29,4	36,9	77,7	70
Потреби	63	87	37	

Таблиця 3.4 – Оптимальний план перевезень

	Споживач1	Споживач2	Споживач3	Запаси
Постачальник1	50,8 [5]	46,3 [87]	108,8	92
Постачальник2	23,4	16,5	52,7 [25]	25
Постачальник3	29,4 [58]	36,9	77,7 [12]	70
Потреби	63	87	37	

Таблиця 3.5 – Дані альтернативних маршрутів

Перевезення	Альтернативні ділянки маршруту	Відстань (S), км	Максимальна швидкість (max. Speed)	Коефіцієнт пропускної здатності (G)	Коефіцієнт якості покриття (Q)
Постачальник1-Споживач1	ділянка1	220	90	1	1
	ділянка2	330	87	0,9	0,92
Постачальник3-Споживач2	ділянка3	170	75	0,85	0,72
	ділянка4	260	70	0,9	0,7

Таблиця 3.6 – Перерахована вартість доставки та тариф перевезення для альтернативних маршрутів

Перевезення	Альтернативна відстань (S), км	Середня швидкість (avg. Speed), км/год	Витрата палива (F), л/100 км	Вартість палива (P), за 1 л	Вартість доставки (Cost of Delivery)	Потреби	Тариф перевезення (C) за 1 одиницю товару
Постачальник1-Споживач1	550	81	15	32	2640	63	41,9
Постачальник3-Споживач2	430	45	25		3440	87	39,5

Таблиця 3.7 – Оптимальний план перевезень після корегування маршрутів

	Спожив ач1	Спожив ач2	Спожив ач3	За паси
Постачальник1	41,9 [5]	46,3 [87]	108,8	92
Постачальник2	23,4	16,5	52,7 [25]	25
Постачальник3	29,4 [58]	39,5	77,7 [12]	70
Потреби	63	87	37	

Таблиця 3.8 – Результати обчислення критерія ефективності щодо вартості скорегованих перевезень для початкового та скорегованого планів перевезень відповідно

Критерій	Спосіб обчислення	Перевезення	Початковий тариф	Перерахований тариф	Відношення, %
Вартість вантажного перевезення для скорегованого маршруту	$C \rightarrow \min$ або $C_{ij}(\text{після корегування}) - C_{ij} \leq 10\%$	Постачальник1 -Споживач1	50,8	41,9	-18%
		Постачальник3 -Споживач2	36,9	39,5	+ 7 %

Опорний план дуже часто не є оптимальним, тому наступним кроком потрібно покращити його згідно визначених критеріїв оптимальності, використовуючи метод потенціалів.

Остаточний результат, а саме оптимальний план перевезень наведений у таблиці 3.4.

На основі результатів обчислення критеріїв ефективності можна зробити висновок, що удосконалена модель є працездатна та результати відповідають усім критеріям ефективності.

Згідно результатів, наведених у таблиці 3.8 щодо вартості перевезення для скорегованих маршрутів, видно, що вартість перевезення (тариф) між Постачальником1 та Споживачем1 знизилася на 18%, завдяки тому що якість

покриття альтернативних шляхів перевезення дуже висока, а завантаженість навпаки – невелика.

Водночас, тариф перевезення від Постачальник³ до Споживача² збільшився на 7%, тому що в цьому випадку альтернативний шлях має набагато гірший стан доріг та достатньо щільний трафік відповідно.

Але, згідно результатів з таблиці 3.9, сумарні затрати на усі перевезення знизилися майже на 3%.

Так, дійсно, процент скорочення сумарних витрат не є великим (всього 3%), але це обумовлено тим, що початковий план перевезень будується на основі вже перевірених і найвигідніших маршрутів і для них не завжди є дуже гарні альтернативні варіанти (маршрути) доставки вантажу. Тому це дуже впливає на остаточний результат. Але слід також сказати те, що для крупних компаній-перевізників скорочення витрат навіть на 3% є дуже великим.

3.4 Аналіз області використання вдосконаленої моделі

Стосовно області використання результатів дослідження, доцільним буде сказали те, що вдосконалену математичну модель транспортної задачі цілком можливо використовувати у реальних інформаційних системах, орієнтованих не тільки на транспортні перевезення автотранспортних підприємств, а також у інших сферах. Використовуючи економіко-математичну модель транспортної задачі, можливо описувати безліч ситуацій, вельми далеких від проблеми

перевезень, зокрема, знаходити оптимальне розміщення замовлень на виробництво виробів з різною собівартістю та інші.

У даній магістерській роботі до математичної моделі транспортної задачі додалися де-кілька параметрів, які враховують завантаженість та стан доріг, і завдяки яким виконується корегування маршруту і перерахування вартості доставки відповідно, не торкаючись при цьому безпосередньо методів оптимізації перевезень. Тому, вдосконалену модель цілком можливо використовувати і у інших сферах, які можуть використовувати модель

					MP.124.6145м.6	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортної задачі як метод оптимізації, лише додав до існуючої моделі потрібні параметри.

Спираючись на опис алгоритму оптимізації перевезень, інтеграція удосконаленої математичної моделі транспортної задачі до вже існуючих інформаційних систем буде достатньо простою, тому що вона не передбачає собою суттєву зміну логіки роботи її компонентів, а лише додає новий шаг для корегування результатів, спираючись на актуальні дані.

На основі результатів обчислення критеріїв ефективності можна зробити висновок, що удосконалена модель є працездатна та результати відповідають усім критеріям ефективності.

Згідно результатів, наведених у таблиці 3.8 щодо вартості перевезення для скорегованих маршрутів, видно, що вартість перевезення (тариф) між Постачальником¹ та Споживачем¹ знизилася на 18%, завдяки тому що якість покриття альтернативних шляхів перевезення дуже висока, а завантаженість навпаки – невелика.

Водночас, тариф перевезення від Постачальника³ до Споживача² збільшився на 7%, тому що в цьому випадку альтернативний шлях має набагато гірший стан доріг та достатньо щільний трафік відповідно.

Але, згідно результатів з таблиці 3.9, сумарні затрати на усі перевезення знизилися майже на 3%.

Так, дійсно, процент скорочення сумарних витрат не є великим (всього 3%), але це обумовлено тим, що початковий план перевезень будується на основі вже перевірених і найвигідніших маршрутів і для них не завжди є дуже гарні альтернативні варіанти (маршрути) доставки вантажу. Тому це дуже впливає на остаточний результат. Але слід також сказати те, що для крупних компаній-перевізників скорочення витрат навіть на 3% є дуже великим.

3.4 Аналіз області використання вдосконаленої моделі

Стосовно області використання результатів дослідження, доцільним буде сказати те, що вдосконалену математичну модель транспортної задачі цілком можливо використовувати у реальних інформаційних системах, орієнтованих не тільки на транспортні перевезення автотранспортних підприємств, а також у інших сферах. Використовуючи економіко-математичну модель транспортної задачі, можливо описувати безліч ситуацій, вельми далеких від проблеми

перевезень, зокрема, знаходити оптимальне розміщення замовлень на виробництво виробів з різною собівартістю та інші.

У даній магістерській роботі до математичної моделі транспортної задачі додалися де-кілька параметрів, які враховують завантаженість та стан доріг, і завдяки яким виконується корегування маршруту і перерахування вартості доставки відповідно, не торкаючись при цьому безпосередньо методів оптимізації перевезень. Тому, вдосконалену модель цілком можливо використовувати і у інших сферах, які можуть використовувати модель транспортної задачі як метод оптимізації, лише додав до існуючої моделі потрібні параметри.

Спираючись на опис алгоритму оптимізації перевезень, інтеграція удосконаленої математичної моделі транспортної задачі до вже існуючих інформаційних систем буде достатньо простою, тому що вона не передбачає собою суттєву зміну логіки роботи її компонентів, а лише додає новий шаг для корегування результатів, спираючись на актуальні дані.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У розділі було більш детально розглянуті зміни які будуть впровадженні завдякі математичному методу, а саме методика проведення досліджень вдосконаленої моделі, аналіз вірогідності реалізації вдосконаленої моделі, аналіз ефективності вдосконаленої моделі з використанням критеріїв ефективності, аналіз ефективності вдосконаленої моделі з використанням критеріїв ефективності, аналіз області використання вдосконаленої моделі

					MP.124.6145м.6	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					MP.124.6145м.6	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

Для демонстрації роботи оптимізації транспортних перевезень з використанням вдосконаленої моделі було розроблено програмне забезпечення. Воно не являє собою повноцінну інформаційну систему, а тільки фрагмент автоматизації поставленої у рамках даної атестаційної роботи задачі, яка наочно демонструє переваги вдосконаленої моделі на практиці.

4.1 Програмне забезпечення реалізації задачі оптимізації транспортних перевезень

Програмне забезпечення – це набір інструкцій, даних або програм, що використовуються для роботи з комп'ютерами та виконання конкретних завдань. Навпаки апаратного забезпечення, яке описує фізичні аспекти комп'ютера, програмне забезпечення – це загальний термін, що використовується для позначення програм, скриптів та програм, які працюють на пристрої [15].

Програмне забезпечення часто поділяють на прикладне програмне забезпечення або завантажені користувачем програми, які задовольняють бажання чи потребу, та системне програмне забезпечення, яке включає операційні системи та будь-яку програму, яка підтримує прикладне програмне забезпечення.

Завдяки ПЗ створюється інтерфейс взаємодії, що дозволяє ефективно використовувати усі інші види забезпечення разом із технічними засобами. Чим якісніше та простіше створений цей інтерфейс, тим легше буде навчити їм користуватися і це буде сприяти підвищенню ефективності роботи персоналу.

4.1.1. Системне програмне забезпечення реалізації задачі оптимізації транспортних перевезень

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Під час розробки ПЗ був зроблений вибір на користь кросплатформеності, хоча створення і тестування ПЗ виконувалося засобами операційної системи (ОС) Windows, яка є найбільш поширеною ОС для десктопів.

Кросплатформеність дозволяє використовувати функціональність ПЗ в рамках будь-якої програмної та апаратної платформи. Таким чином, вона має значну перевагу для розробника, який володіє перспективами для розвитку свого проекту. Можливість запускати програму на будь-якій ОС (Windows, Linux, Macintosh) та простота перетворення програми на мобільний додаток дозволяє розширити круг користувачів, а отже популярність та попит на розробку. Крім того, кросплатформеність забезпечує простоту переносимості ІС, що робить можливим використання розроблених рішень в різних проектах і розширює рамки обмежень на вимоги до впровадження такої ІС [16].

Реалізація ПЗ була виконана за допомогою мови програмування Java (Java), яка дозволяє виконувати свій код на будь-якій ОС за умови наявності відповідної віртуальної машини Java (JVM).

Java є об'єктно-орієнтованою мовою і поставляється з досить об'ємною бібліотекою класів. Бібліотеки класів Java значно спрощують розробку програм, надаючи програмісту потужні засоби вирішення поширених проблем. Завдяки цьому можна приділити більше уваги розв'язанню прикладних задач.

Основними можливостями Java є:

- автоматичне керування пам'яттю;
- розширені можливості обробки виняткових ситуацій; багатий набір засобів фільтрації введення-виведення;
- широкий набір стандартних колекцій: масив, список, стек і т. п. ; наявність простих засобів створення мережеских програм;
- наявність класів, що дозволяють виконувати HTTP-запити і обробляти відповіді;
- вбудовані в мову засоби створення багатопоточних програм; уніфікований доступ до БД; паралельне виконання програм.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Існує кілька типів програм, які можна створювати з використанням Java:

- аплети – це міні-програми, що виконуються в середовищі Java-сумісного браузера;
- GUI-програми (програми з графічним інтерфейсом користувача) –звичайні програми, які не вимагають для своєї роботи присутності браузера та мають графічний інтерфейс;
- web-додатки – клієнт-серверна програма, в якій клієнтом виступає браузер, а сервером – веб-сервер.

Як середовище розробки обрана IntelliJ IDEA. Дане середовище має необхідний набір інструментів для створення функціонального ПЗ, а також дозволяє виконати підключення до СУБД MySQL за допомогою спеціального драйвера.

4.1.2 Опис розробленої програми

Розроблене ПЗ є демонстраційним додатком для оптимізації транспортних перевезень при побудові плану перевезень чи його корегуванні.

Робота програми розпочинається, як у більшості випадках для закритих інформаційних систем, з форми авторизації (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Веб-інтерфейс авторизації

Після успішної авторизації користувачу програми (диспетчеру-логісту) пропонується на вибір наступні опції – побудувати план перевезень чи скорегувати вже створений план перевезень, якщо в цьому є така необхідність. На рисунку 4.2 наведено форму для побудови нового плану перевезень

У класичному для транспортної задачі вигляді – заповнення запасів постачальників, потреб споживачів та вартості перевезень відповідно

(матриця тарифів).

Веб-інтерфейс результату побудови плану перевезень наведений на рисунку 4.3 і являє собою таблицю з детальною інформацією щодо вантажного перевезення, а також відображає актуальний стан маршруту за допомогою сервісу GoogleMaps.

Якщо на певному маршруті є певні проблеми (погіршення погодних умов, ремонт доріг тощо), диспетчеру одразу пропонується скорегувати маршрут, виконавши пошук альтернативного шляху.

	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Запаси
Постачальник 1	50,8	46,3	108,8	92
Постачальник 2	23,4	16,5	52,7	25
Постачальник 3	29,4	36,9	77,7	70
Потреби	63	87	37	

Побудувати план

Рисунок 4.2 – Веб-інтерфейс побудови плану перевезень

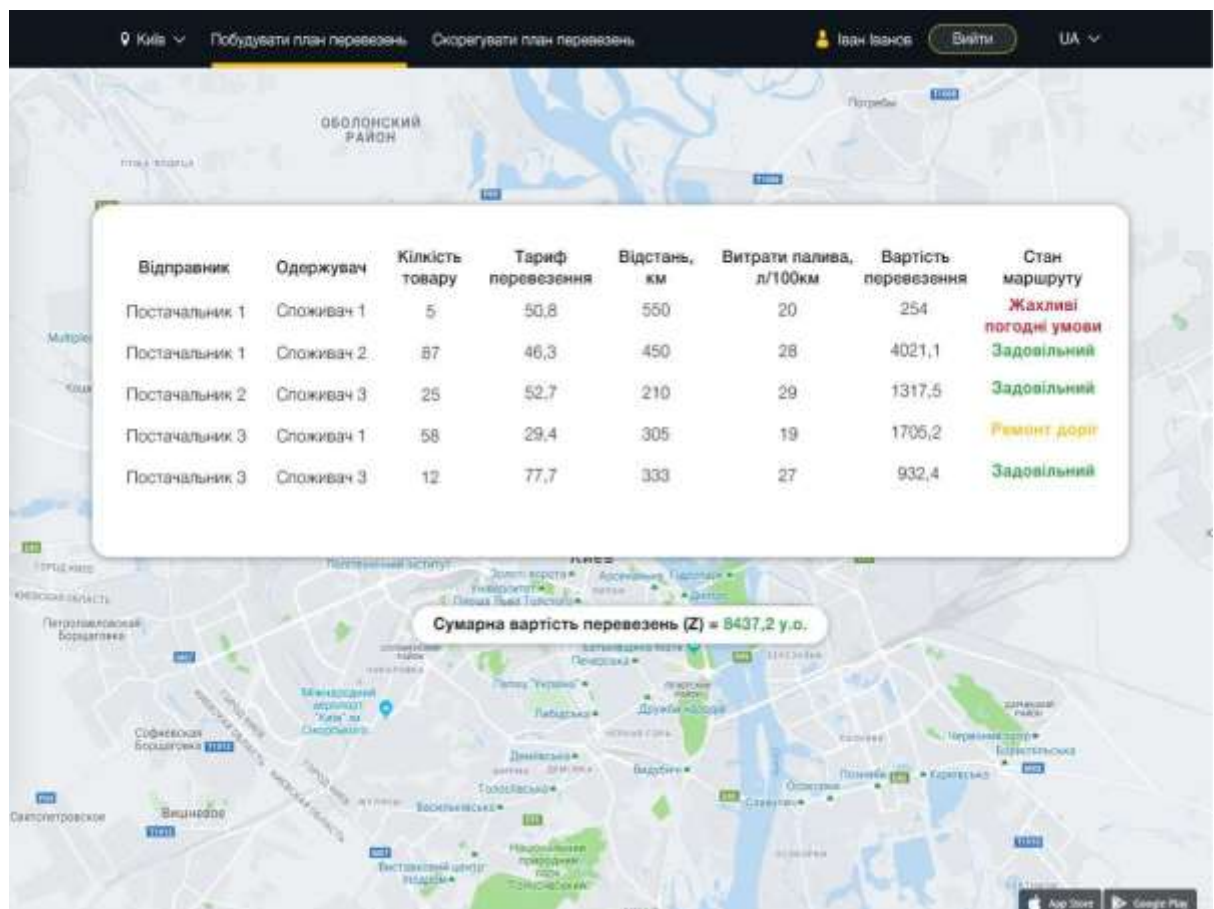


Рисунок 4.3 – Веб-інтерфейс побудованого плану перевезень

Веб-інтерфейс пошуку альтернативного шляху наведено на рисунку 4.4. Диспетчеру в автоматичному режимі пропонується альтернативний шлях, базуючись на інформації, отриманої з сервісу GoogleMaps щодо актуального стану та пропускної здатності доріг цього альтернативного шляху.

Спираючись на інформацію щодо стану та завантаженості доріг альтернативного маршруту, диспетчер одразу може спостерігати перераховані дані щодо вартості перевезення (тарифу) та у випадку, якщо нова вартість тарифу знизилася, чи вона не перевищує 10% від початкової вартості (згідно сформульованих критеріїв ефективності), то диспетчер може зберегти альтернативний маршрут.

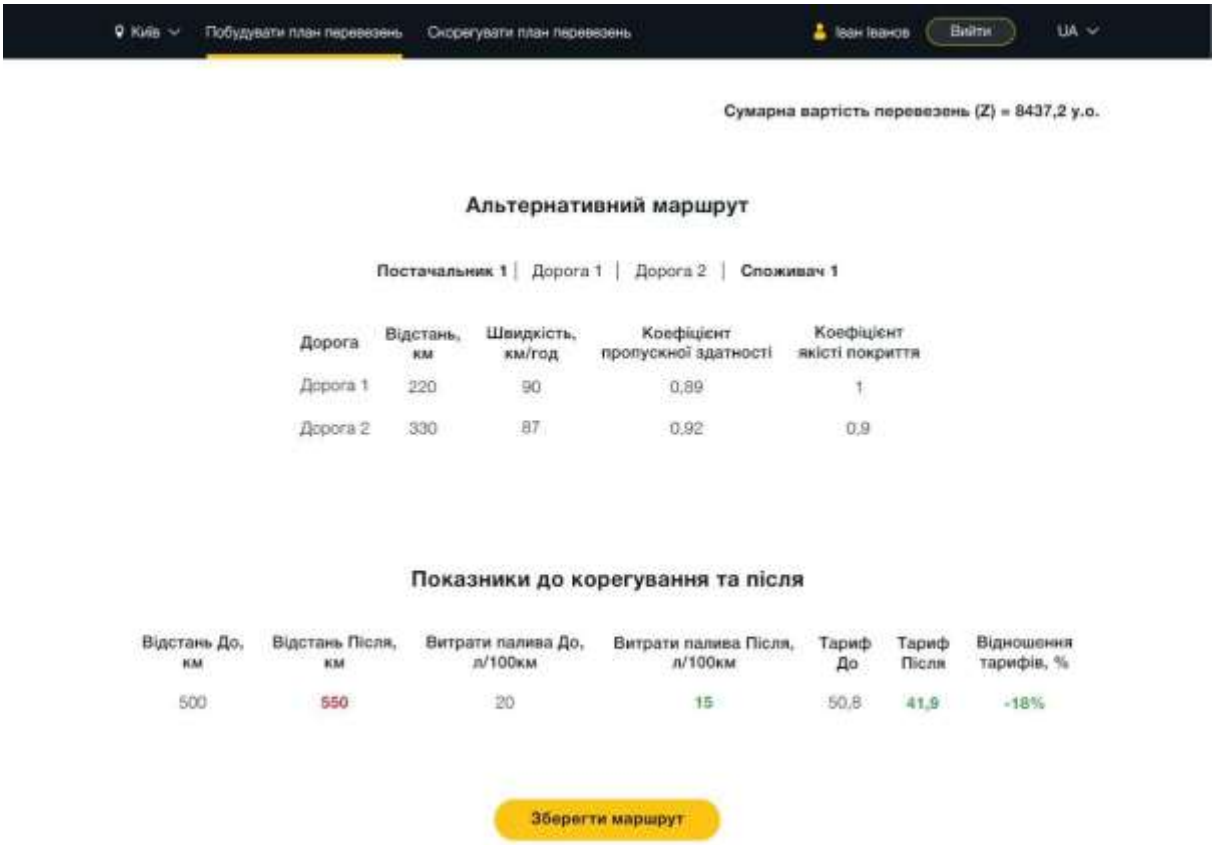
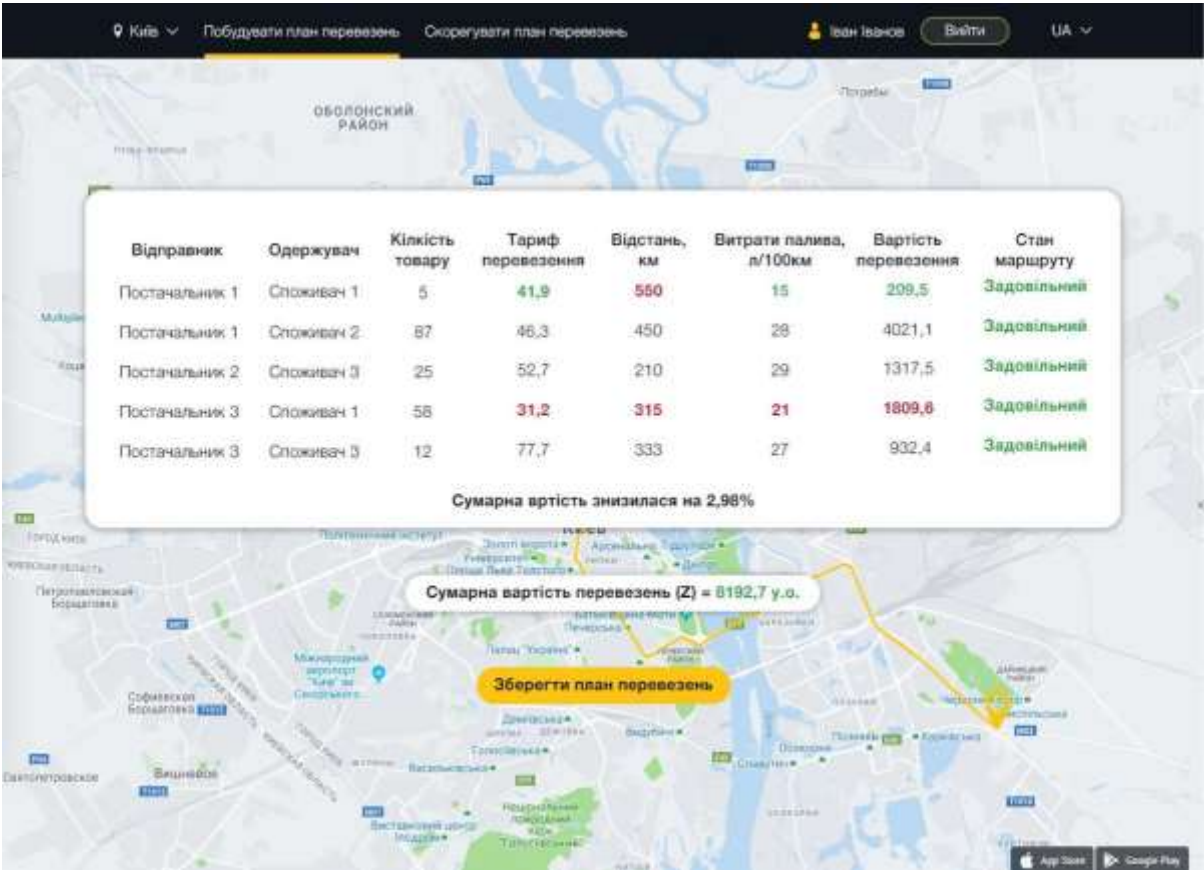


Рисунок 4.4 – Веб-інтерфейс пошуку альтернативного шляху (корегування маршруту)

Після цього (корегування маршруту), диспетчер повертається до сторінки з оновленим планом перевезень, де у явному вигляді відображені усі

корегування щодо маршрутів, а також перераховані сумарні витрати відповідно (рисунк 4.5). Диспетчер має змогу зберегти оновлений план перевезень.



Рисунк 4.5 – Веб-інтерфейс оновленого плану перевезень після корегування певних маршрутів

4.2 Технічне забезпечення реалізації задачі оптимізації транспортних перевезень

В рамках технічного забезпечення здійснюється вибір і оснащення комп’ютерних інформаційних систем необхідними технічними засобами.

Правильний вибір комплексу технічних засобів (КТЗ) впливає на ефективність функціонування інформаційної системи.

Тому, в ході аналізу вимог до реалізації поставленої у рамках атестаційної роботи задачі, було визначено наступний комплекс технічних засобів:

робоча станція (персональний комп'ютер з периферійними технічними засобами);

стаціонарний телефон; сервер бази даних; сервер додатків; маршрутизатор; комутатор.

Так як диспетчер виконує не дуже складні задачі, такі як облік та контроль, то в якості робочої станції диспетчеру буде цілком достатньо використовувати не дуже дорогий комп'ютер.

Іншим, не менш важливим пристроєм для диспетчера є стаціонарний телефон. Диспетчер повинен завжди буди на зв'язку, зокрема, з водієм, тому що в дорозі трапляються різні ситуації, які треба вирішувати дуже швидко.

Сервер бази даних виконує обслуговування та управління базою даних та відповідає за цілісність та збереження даних, а також забезпечує операції введення-виведення при доступі клієнта до інформації. Цей сервер повинен бути достатньо продуктивним, щоб мати змогу обробляти велику кількість запитів до даних, що там зберігаються, а також для обробки вхідної інформації[17].

Сервер додатків – це програмна платформа, призначена для ефективного виконання процедур, на яких побудовані додатки, а саме – отримання від користувачів, накопичення, обробки та зберігання інформації в базі даних, виконання інформаційних запитів користувачів до бази даних, передачі даних, сформованих за результатами виконання запитів користувачів, в захищеному (зашифрованому) вигляді, перевірки доступу користувачів відповідно до їх прав тощо. Сервер додатків діє як набір компонентів, доступних розробнику програмного забезпечення через API (інтерфейс прикладного програмування), визначені самою платформою[18].

Для поєднання усіх локальних мереж автотранспортного підприємства має бути побудована магістраль через маршрутизатор, а також встановлено

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

комутатори для створення вузлів локальної мережі, які поєднують усі вище перелічені технічні засоби.

4.3 Аналіз практичного використання вдосконаленої моделі транспортної задачі

Доведення отриманих результатів на практиці – один серед найважливіших етапів будь-якої наукової роботи. Для демонстрації роботи існуючих методів з використанням удосконаленої моделі транспортної задачі було розроблене демонстраційне ПЗ, яке дозволяє виконати усі етапи оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови їх маршрутів або оперативному корегуванні.

Перевагами реалізації даного програмного забезпечення є:

- простота використання. ПЗ має дуже простий і зрозумілий інтерфейс користувача;

- головний функціонал щодо корегування маршрутів перевезення повністю автоматизовано. Інформація щодо стану доріг на маршруті певного перевезення є завжди актуальною завдяки інтеграції з сервісом GoogleMaps.

Спираючись на цю інформацію, диспетчеру пропонується скорегувати маршрут перевезення через альтернативні шляхи з мінімальними затратами. Окрім цього, диспетчер має змогу у ручному режимі скорегувати маршрут, альтернативні шляхи якого також надаються сервісом GoogleMaps, у випадку, коли диспетчер дізнається про те, що існують певні проблеми на деяких ділянках маршруту (різке погіршення погодних умов, масштабна аварія тощо);

- результати корегування плану перевезень порівнюються згідно визначеним критеріям ефективності;

- на відміну від існуючих систем для транспортної логістики,

- розроблене ПЗ є дуже простим – воно не потребує використання значних ресурсів та легко інтегрується до будь-якої іншої інформаційної системи з мінімальними затратами;

					MP.124.6145м.6	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– результати, отримані за допомогою розробленого ПЗ, можуть бути перевірені та підтверджені ручним обчисленням.

Враховуючи те, що розроблене ПЗ є демонстраційним, та як правило, має де-які обмеження, то серед недоліків можна відмітити лише те, що вхідні дані щодо запасів та потреб постачальників и споживачів відповідно, потрібно вводити вручну і для великого замовлення, це може бути не зовсім ефективно з точки зору трудовитрат.

Як висновок можна сказати те, що розроблене ПЗ дозволяє вирішити поставлену у рамках даної атестаційної роботи завдання, а саме оптимізація транспортних перевезень при побудові/корегуванні плану перевезень. Остаточний план перевезень, зображений на рисунку 4.5, повністю співпадає з результатами, які було отримано при ручному обчисленні у розділі 3.

Для поєднання усіх локальних мереж автотранспортного підприємства має бути побудована магістраль через маршрутизатор, а також встановлено комутатори для створення вузлів локальної мережі, які поєднують усі вище перелічені технічні засоби.

4.3 Аналіз практичного використання вдосконаленої моделі транспортної задачі

Доведення отриманих результатів на практиці – один серед найважливіших етапів будь-якої наукової роботи. Для демонстрації роботи існуючих методів з використанням удосконаленої моделі транспортної задачі було розроблене демонстраційне ПЗ, яке дозволяє виконати усі етапи оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови їх маршрутів або оперативному корегуванні.

Перевагами реалізації даного програмного забезпечення є:

– простота використання. ПЗ має дуже простий і зрозумілий інтерфейс користувача;

					MP.124.6145м.6	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– головний функціонал щодо корегування маршрутів перевезення повністю автоматизовано. Інформація щодо стану доріг на маршруті певного перевезення є завжди актуальною завдяки інтеграції з сервісом GoogleMaps.

Спираючись на цю інформацію, диспетчеру пропонується скорегувати маршрут перевезення через альтернативні шляхи з мінімальними затратами. Окрім цього, диспетчер має змогу у ручному режимі скорегувати маршрут, альтернативні шляхи якого також надаються сервісом GoogleMaps, у випадку, коли диспетчер дізнається про те, що існують певні проблеми на деяких ділянках маршруту (різке погіршення погодних умов, масштабна аварія тощо);

– результати корегування плану перевезень порівнюються згідно визначеним критеріям ефективності;

– на відміну від існуючих систем для транспортної логістики,

– розроблене ПЗ є дуже простим – воно не потребує використання значних ресурсів та легко інтегрується до будь-якої іншої інформаційної системи з мінімальними затратами;

– результати, отримані за допомогою розробленого ПЗ, можуть бути перевірені та підтверджені ручним обчисленням.

Враховуючи те, що розроблене ПЗ є демонстраційним, та як правило, має деякі обмеження, то серед недоліків можна відмітити лише те, що вхідні дані щодо запасів та потреб постачальників и споживачів відповідно, потрібно вводити вручну і для великого замовлення, це може бути не зовсім ефективно з точки зору трудовитрат.

Як висновок можна сказати те, що розроблене ПЗ дозволяє вирішити поставлену у рамках даної атестаційної роботи завдання, а саме оптимізація транспортних перевезень при побудові/корегуванні плану перевезень. Остаточний план перевезень, зображений на рисунку 4.5, повністю співпадає з результатами, які було отримано при ручному обчисленні у розділі 3.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ

5.1 Розрахунок витрат на створення й експлуатацію ІС

Економічна ефективність — результативність економічної системи, виражена у співвідношенні корисних кінцевих результатів її функціонування до витрачених ресурсів. Аналіз економічної ефективності дозволить оцінити користь розроблених рішень та досягти оптимального співвідношення між витраченими коштами та отриманими результатами.

За статистикою використання на підприємстві програмного забезпечення (ПЗ) для систем автоматизованого проектування (СПАР) призводить до того, що витрати, пов'язані з купівлею сировини, зменшуються приблизно на 5%, рівень обслуговування клієнтів виростає на 10-25%, рівень продуктивності праці підвищується на 7-19%, гарантія забезпечення термінів поставок зростає до 95%, на 30-40% скорочується час появи продукту, до 50% збільшується прибуток. Повернення вкладених коштів у створення та експлуатацію інформаційних технологій зазвичай настає через 4-5 років.

Економічний ефект від впровадження засобів автоматизації може бути лише непрямим, так як впроваджені засоби автоматизації не є прямим джерелом доходу, а є або допоміжним засобом організації отримання прибутку, або допомагає мінімізувати витрати.

Головний економічний ефект від впровадження засобів автоматизації полягає у поліпшенні економічних і господарських показників роботи підприємства, в першу чергу за рахунок підвищення оперативності управління та зниження трудовитрат на реалізацію процесу управління, тобто скорочення витрат на управління. Для більшості підприємств економічний ефект виступає у вигляді економії трудових і фінансових ресурсів, одержуваної від:

- ☐ Зниження трудомісткості розрахунків;
- ☐ Зниження трудовитрат на пошук і підготовку документів;
- ☐ Економії на витратних матеріалах (листові заготовки, папір, картриджі);

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

□ Скорочення службовців підприємства

Основна заробітна плата розробників програмного забезпечення становить приблизно 28000 грн./місяць, вартість мінімально необхідної ПЕОМ становить приблизно 13000 грн. 01.03.2020 згідно досліджень порталу «24 Економіка» середня вартість 1-го літра пального в 2020 становить 23.50 гривень за літр пального 95, згідно дослідження того ж порталу в середньому українець заправляє 10 літрів 95-го пального.

згідно до постанови НКРЭКУ № 220 від 26.02.2015 року, вартість кіловат-годин електроенергії становить від 0,9 до 1,68 (грн/кВт).

Розподіл цін на електроенергію від 01.03.2016

Ліміт, кВт	Вартість, коп.
До 100	90
Від 100 до 600	168

1. Розрахунок заробітної плати виконується за формулою:

$$З_{зп} = ЗП \cdot T_p,$$

де ЗП – зарплата розробника за місяць, T_p – тривалість розробки (дослідження, створення, налагодження та впровадження).

Для розробки даної системи необхідно 10 місяців (за експертною оцінкою час на розробку аналогічних систем). З цього випливає, що загальна сума витрат на заробітну плату складе:

$$З_{зп} = ЗП \cdot T_p = 28000 \cdot 10 = 280000 \text{ (грн)}$$

2. Витрати на амортизацію ЕОМ, на якій виконується розробка, розраховуються за формулою:

$$З_{амор} = Ц_{ЕОМ} \cdot A \cdot T_p,$$

де $A = 60\%$ - амортизація за рік, маємо:

$$З_{амор} = 13000 \cdot 0,6 \cdot 8 = 62400 \text{ (грн.)}$$

3. Витрати на експлуатацію ЕОМ, на якій виконується розробка, полягають в оплаті споживаної нею електричної енергії, і розраховуються за формулою:

$$З_{експл} = P_{ЕОМ} \cdot T_p \cdot N_{рдм} \cdot N_{ргд} \cdot E_{ел},$$

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

де $Р_{ЕОМ}=0,4$ кВт/год – потужність ЕОМ; $N_{р\text{дм}}=21$ днів – число робочих днів в одному місяці; $N_{р\text{гд}}=8$ годин – число годин в робочому дні; $E_{\text{ел}}=1,68$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$$Z_{\text{експл}} = 0,4 \cdot 8 \cdot 21 \cdot 6 \cdot 1,68 = 677,38 \text{ (грн)}.$$

4. Витрати на матеріали і комплектуючі вироби враховують витрати на папір та матеріали для принтеру. Розрахунок приведено в таблиці 4.2.

Розрахунок витрат на товари

№	Пункти витрат	Вартість, грн
1	Папір А4/80п/500л	100
2	Картридж та фарба до принтера	300
3	Непередбачені витрати	150
Разом		550

Вартість програми розраховуємо по формулі:

$$C_{\text{пр}} = (Z_{\text{сп}} + Z_{\text{сз}} + Z_{\text{зг}} + Z_{\text{е}}) \times T + Z_{\text{м}} \quad (16)$$

де T - тривалість розробки, міс.

$Z_{\text{сп}}$ - основна і додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.

$Z_{\text{сз}}$ - відрахування на соціальні заходи (38% від основної і додаткової заробітної плати) грн.

$Z_{\text{зг}}$ - загальногосподарські витрати (10% від основної заробітної плати), грн.

$Z_{\text{е}}$ - витрати на електроенергію.

$Z_{\text{м}}$ - витрати на ОСНОВНІ і допоміжні матеріали.

$Z_{\text{е}}$ при споживанні потужності 0,5 кВт, тривалості за місяць, рівної $21 \times 8 = 168$ годин, вартості кіловат-години електроенергії 1,29 грн.

$$Z_{\text{е}} = 168 \cdot 1,29 \cdot 0,5 = 108,36 \text{ грн/міс} \quad (17)$$

Відповідно до формули 7.2 вартість програми:

$$C_{\text{пр}} = (28000 + 9500 + 2200 + 108,36) \times 8 + 1500 = 319966,88 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на устаткування складають 60% балансової вартості на рік: $A_{\text{об}} = 13000 \cdot 0,6 = 7800$ грн.

В масштабах підприємства річні витрати на основні і допоміжні матеріали (папір, картриджі) визначаються в розмірі 5% вартості основного устаткування: $V_{\text{м}} = 13000 \cdot 0,05 = 650$ грн.

Річний обсяг робіт ПК у годинах визначається за наступною формулою: $\Phi_{\text{м}} = 264,5 \cdot T_{\text{з}}$

Де $T_{\text{з}}$ – це середнє місячне завантаження устаткування (близько 5 годин); 264,5 – середня кількість робочих днів у році.

Отже, річний обсяг роботи ПК складе: $\Phi_{\text{м}} = 264,5 \cdot 5 = 1322,5$ годин.

Витрати на електроенергію $Z_{\text{е}}$ при 1323 годинах роботи робочої станції

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

рік складуть: $Z_e = 1323 * 1,29 * 0,5 = 853,3$ грн.

Експлуатаційні витрати для ПК за рік складуть:

$Z_{зр} = 6000 + 500 + 853,3 = 7353,3$ грн.

Затрати на встановлення обладнання:

Вартість одного готового моноблоку з підходящими системними вимогами – 9000 грн/шт.

Кількість колонок на АЗС в середньому – 3 шт.

Вартість робіт по встановленню – 15000 грн.

$Z_{вст} = 27000 + 15000 = 42000$ грн.

При техніко-економічних розрахунках до скорочення витрат віднесено

– зменшення витрат за рахунок скорочення часу на саме перевезення;

– скорочення витрат за рахунок зменшення часу обертання вантажних вагонів;

– скорочення витрат на робочий парк вагонів;

– зменшення виплати штрафів одержувачам через зменшення кількості невиконання строків доставки вантажів. По збільшенню витрат було враховано:

– витрати на оплату праці додаткових бригад;

– збільшення експлуатаційних витрат на ремонт і амортизацію;

					МР.124.6145м.6	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Загальне положення охорону навколишнього довкілля

Закон України "Про охорону навколишнього середовища" – визначає правові, економічні, соціальні основи охорони навколишнього середовища.

Завдання Закону полягає в регулюванні відносин у галузі охорони праці, використанні та відновленню природних ресурсів, забезпеченні екологічної безпеки, попередженню та ліквідації наслідків негативної дії на навколишнє середовище діяльності людини, збереження природних ресурсів, генетичного фонду нації, ландшафтів й інших природних об'єктів. Під час науково-дослідницької роботи у лабораторії утворюються відходи у вигляді зношених й відпрацьованих деталей, відходів паперу, люмінесцентні лампи та ін. Всі відходи здаються в господарський блок для подальшої утилізації. Жорсткість вимог до виробництва й матеріалів, а також розробка нових виробничих й утилізаційних технологій дозволяє зменшити антропогенне навантаження на навколишнє середовище. На рисунку 25 наведено Модель системи управління оточуючим природним середовищем на підприємстві (згідно ДСТУ 14001).

					MP.124.6145м.6	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

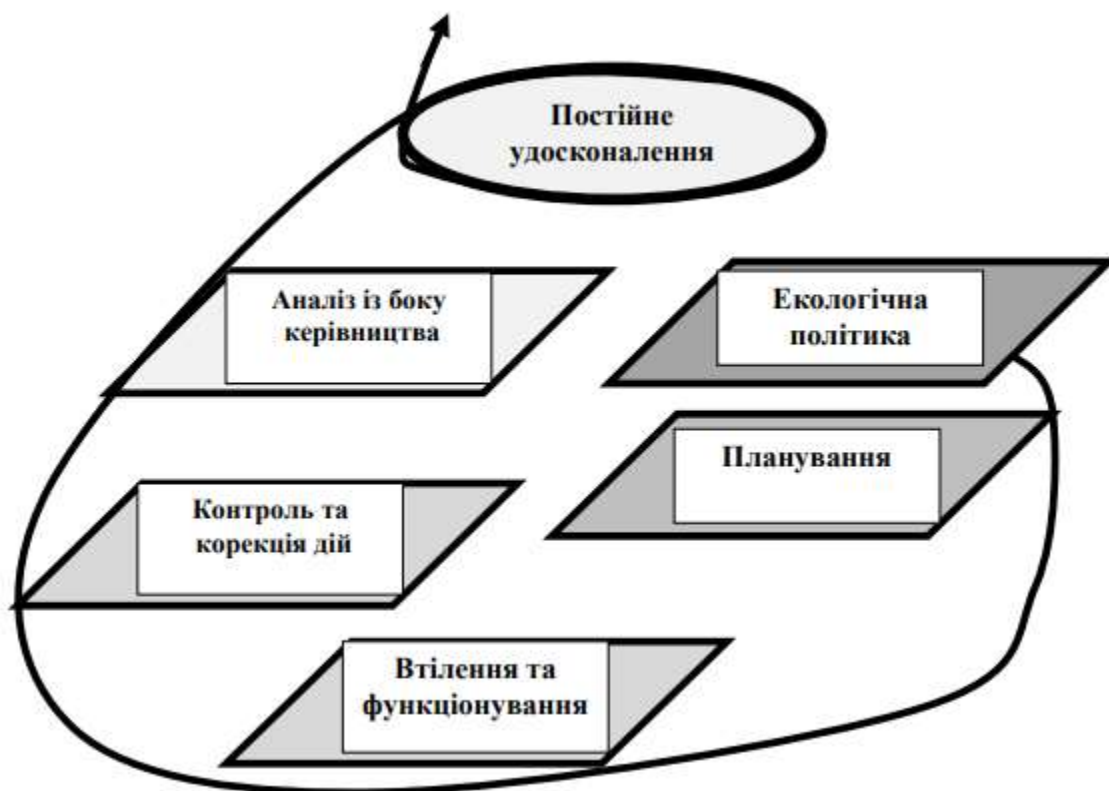


Рисунок 6,1 - Модель системи управління оточуючим природним середовищем на підприємстві

6.2 Закон про охорону навколишнього довкілля

Стан навколишнього середовища в Україні викликає серйозне занепокоєння, оскільки є результатом економічних помилок та екологічних

прорахунків, оскільки уже не можливе самовідновлення і самоочищення природного середовища, іде активна деградація і небезпечне знищення запасів

природних ресурсів.

У зв'язку з цим сформульовані основні шляхи виходу України із тяжкої екологічної кризи:

- розробка комплексних програм по охороні природи на основі моніторингових спостережень;
- збільшення витрат на охорону природи та прискорення темпів будівництва природоохоронних об'єктів

- заборонення відступу від проектів, що наносять шкоду навколишньому Середовищу та інше.

Оскільки, в основному, джерелами забруднення навколишнього середовища є технологічні процеси та недосконале очищення відходів від цих процесів, основним завданням являється розробка безвідходних або маловідходних технологій, використання сучасних транспортних засобів, впровадження організаційних заходів з екологічної безпеки, таких, наприклад, як плата за викиди в атмосферу та гідросферу, продаж квот на викиди в навколишнє середовище, раціональне розміщення підприємств, з урахуванням щільності населення та інше.

На сучасному етапі при масовому використанні моніторів і комп'ютерів не можна не враховувати також їх вплив на навколишнє середовище на всіх стадіях: при виготовленні, експлуатації й після закінчення їхнього терміну служби.

Сьогодні діють екологічні стандарти., які визначають вимоги до виробництва й матеріалів, використовуваним у конструкції приладів. Вони не повинні містити фреонів, хлоридів, бромідів (BS 7750) ТСО 95 У стандартах ТСО '99 закладено обмеження з кадмія у світлочутливому шарі екрану дисплея та ртуті в батарейках. Апарати, тара й документація повинні проходити нетоксичну переробку після використання.

Робота на ПК типу IBM PC/AT не робить шкідливого впливу на навколишнє середовище. Після витікання терміну служби він повністю підлягає вторинній переробці, а також апарати, тара, документація повинні допускати нетоксичну переробку після використання.

Офіс за специфікою роботи, крім відпрацьованих моніторів має відходи люмінесцентних ламп, побутові відходи та відходи паперу. Відпрацьовані лампи люмінесцентні складають у відведених місцях та направляють на спеціалізовану переробку від ртуті. Папір подрібнюють і відправляють на утилізацію. Побутові відходи комунальні служби вивозять на полігон.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

Відносини у галузі охорони навколишнього природного середовища в Україні регулюються цим Законом, а також земельним, водним, лісовим законодавством, законодавством про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу та іншим спеціальним законодавством.

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

а) пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів

при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

б) гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;

в) запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

г) екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень

у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

					MP.124.6145м.6	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;

е) науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства на основі поєднання міждисциплінарних знань екологічних, соціальних, природничих і технічних наук та прогнозування стану навколишнього природного середовища;

є) обов'язковість оцінки впливу на довкілля;

ж) гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;

з) науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;

и) безоплатність загального та платність спеціального використання природних ресурсів для господарської діяльності;

і) компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

Підвищення екологічної культури суспільства і професійна підготовка спеціалістів забезпечуються загальною обов'язковою комплексною освітою та вихованням в галузі охорони навколишнього природного середовища, в тому числі в дошкільних дитячих закладах, в системі загальної середньої, професійної та вищої освіти, підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів.

Екологічні знання є обов'язковою кваліфікаційною вимогою для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням природних ресурсів та призводить до впливу на стан навколишнього природного середовища.

Спеціально визначені вищі та професійні навчальні заклади здійснюють підготовку спеціалістів у галузі охорони навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів з урахуванням суспільних потреб.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навколишнє природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів, природні ресурси, як залучені в господарський обіг, так і невикористовуванні в економіці в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші природні комплекси.

природного середовища та природних ресурсів з метою розробки наукових основ їх охорони та раціонального використання, забезпечення екологічної безпеки.

Координацію та узагальнення результатів цих досліджень здійснюють Академія наук України та центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

У будь-якій професії є свої певні вимоги стосовно безпеки експлуатації тих чи інших пристроїв, які використовуються в роботі. Стосовно експлуатації ЕОМ також є певні правила і вимоги, які затверджені комітетами по нагляду за охороною праці та іншими органами, які відповідають за безпеку життєдіяльності.

Правила експлуатації ЕОМ встановлюють вимоги безпеки та санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання робочих місць користувачів ЕОМ і працівників, що виконують обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ, та роботи з застосуванням ЕОМ, відповідно до сучасного стану техніки та наукових досліджень у сфері безпечної організації робіт з експлуатації ЕОМ та з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих питань. Ці вимоги описані для роботи програмістів в приміщенні.

7.1 Загальні питання охорони праці в Україні

Створення системи охорони праці на підприємстві передбачене Законом України «Про охорону праці». У загальному, законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загально обов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Крім того, відповідно до вказаного Закону, роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці

					MP.124.6145м.6	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Серед чималого переліку обов'язків роботодавця, передбаченого ст. 13 Закону України «Про охорону праці» є пункт про те, що роботодавець - розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці.

«Відповідно до ст. 27 Закону, нормативно-правові акти з охорони праці - це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.»

Чи можна ігнорувати вимоги Закону України «Про охорону праці» і не приймати відповідних інструкцій, положень та стандартів? Звичайно, така спокуса існує, але не слід забувати, що, на державному рівні створено цілу армію контролюючих органів, серед яких звісно є й такі, які можуть забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію підприємства у разі виявлення будь-яких порушень чи недоліків у системі охорони праці.

Крім того, за порушення законодавства про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці юридичні та фізичні особи, які відповідно до законодавства використовують найману працю, притягаються органами державного нагляду за охороною праці до сплати штрафу у порядку, встановленому законом.

Максимальний розмір штрафу не може перевищувати п'яти відсотків місячного фонду заробітної плати юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2 Структура управління питаннями охорони праці на підприємстві

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

За період простою з причин, передбачених частиною другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства. З закону України про охорону праці.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, ділянки, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

7.3 Шкідливі та небезпечні фактори, що супроводжують працю програміста

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів, яким піддається користувач, що працює з персональним комп'ютером в даному приміщенні, відповідно до ДСТУ 2293-99 (ДСТУ – Державний стандарт України), а також джерела їх виникнення наведені у таблиці .

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Найменування чинника	Джерело виникнення
1	2
Пожежонебезпека приміщення	Наявність горючих матеріалів і можливих джерел запалювання.
Недостатня освітленість	Стан системи природного та штучного освітлення.
Підвищений рівень шуму	Зовнішній шум, вентиляція.
Електромагнітні випромінювання, у тому числі рентгенівські	ЕПП-монітора.
Підвищений потенціал електростатичного поля	ЕПП-монітора, діелектричні поверхні.
Іонізація повітря робочої зони	Рентгенівські випромінювання монітора, статична електрика.
Електричний струм	Живляча електрична мережа.
Несприятливий мікроклімат приміщення. Підвищена або знижена рухливість повітря, температура, вологість.	Незадовільний стан системи вентиляції та опалення.

Категорію праці за енерговитратами з урахуванням особливостей праці за комп'ютером

Параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, у той час як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка постійності

температури тіла завдяки властивості терморегуляції, тобто здатності організму регулювати віддачу тепла в навколишнє середовище.

Основний принцип нормування мікроклімату - створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем. У санітарних нормах СН-245/92 встановлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу і характеру виробничого приміщення (значні чи незначні тепловиділення). Для робочих приміщень з надмірною тепловиділенням до 20 ккал/м³ допустимі і оптимальні значення параметрів мікроклімату приведені в таблиці:

В даний час для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи, так і технічні засоби. До числа організаційних ставляться раціональна організація проведення робіт залежно від пори року і доби, а також організація правильного чергування праці та відпочинку. У зв'язку з цим рекомендується на території підприємства організовувати зелену зону з ослонами для відпочинку і водоймою (басейни, фонтани). Технічні засоби включають вентиляцію, кондиціонування повітря, опалювальну систему.

Засоби регулювання метеорологічних умов

Системи опалення і системи кондиціонування варто встановлювати так, щоб ні теплий, ні холодне повітря не спрямовувався на людей. На виробництві рекомендується створювати динамічний клімат з визначеними перепадами показників. Температура повітря в поверхні підлоги і на рівні голови не повинна відрізнятися більш, ніж на 5 градусів. У виробничих приміщеннях крім природної вентиляції передбачають приточно-витяжну вентиляцію. Основним параметром, що визначає характеристики вентиляційної системи, є кратність обміну, тобто скільки разів на годину зміниться повітря в приміщенні.

Мікроклімат виробничих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються діючими на організм людини

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

сполученнями температури, вологості й швидкості руху повітря, а також температурою навколишніх поверхонь.

Відповідно до ДСТУ 2293-99, оптимальні параметри мікроклімату для виконання роботи повинні перебувати в межах, зазначених у таблиці 1. Робота дослідника ставиться до категорії Іа легка фізична, тому що не вимагає фізичних навантажень, тобто витрата енергії при виконанні роботи до 120 ккал/ч., але характеризується значним нервово – емоційним напруженням.

В таблиці приведені оптимальні параметри мікроклімату.

Оптимальні параметри мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура $t^{\circ}\text{C}$	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
1	2	3	4	5
Легка - Іа	холодний	22 — 24	40 — 60	0.1
Легка - Іа	теплий	23 — 25	40 — 60	0.1

Для забезпечення наведених вище метеорологічних умов у приміщенні передбачена система опалення (водяне централізоване), система вентиляції (кондиціонування) згідно СНІП 2.04.05-92 (СНІП – Санітарні норми і правила).

Вимоги до освітлення робочого місця та робочого приміщення

Раціональне освітлення робочого місця є одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність трудової діяльності людини, що попереджають травматизм і професійні захворювання. Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці. Освітлення на робочому місці програміста повинно бути таким, щоб працівник міг без напруги зору виконувати свою роботу. Стомлюваність органів зору залежить від ряду причин:

- недостатність освітленості;
- надмірна освітленість;

- неправильний напрямок світла.

Недостатність освітлення приводить до напруги зору, послаблює увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтувати працюючого. Всі ці причини можуть призвести до нещасного випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітленості.

Розрахунок освітленості робочого місця зводиться до вибору системи освітлення, визначенню необхідного числа світильників, їхнього типу і розміщення. Процес роботи програміста в таких умовах, коли природне освітлення недостатньо або відсутній. Виходячи з цього, розрахуємо параметри штучного освітлення.

Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп накаливання і люмінесцентних ламп. Будемо використовувати люмінесцентні лампи, які в порівнянні з лампами розжарювання мають суттєві переваги:

- по спектральному складу світла вони близькі до денного, природного освітлення;
- володіють більш високим ККД (ККД - Коефіцієнт корисної дії);
- мають підвищену світловіддачу (в 3-4 рази вище, ніж у ламп розжарювання);
- більш тривалий термін служби.

Для забезпечення нормального освітлення застосовуються комбіноване освітлення: у світлий час доби - природне й у темний час доби – штучне освітлення, які нормуються санітарними нормами й правилами СНІП II-4-92.

У цьому випадку використовується бічне однобічне природне освітлення.

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Природне освітлення нормується коефіцієнтом природної освітленості по СНІП 2.04.05-92.

Нормоване значення КПО (КПО - коефіцієнтом природного освітлення) для будинків, розташованих в IV поясі світлового клімату визначаються по формулі:

$$e_H^{IV} = e_H^{III} \cdot m \cdot c$$

Де:

e_H^{III} – значення КПО для III пояса світлового клімату й становить 2,0%

m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності, що залежить від географічного положення й орієнтації вікон будинку від сторін світла, рівняється 0,75 (азимут 226 - 3150) по СНІП II-4-92.

Визначимо значення КПО відповідно до формули:

$$e_H^{IV} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,35 \%$$

Виконувана робота середньої точності, розряд зорової роботи III.

Найменший об'єкт розрізнення: більше 0,3 – 0,5 мм, тло - світле контраст, середній, загальне: 300 лк.

У темний час доби використовується штучне освітлення. Нормовані параметри штучного освітлення для даних умов E_{min} — 300 лк.

З огляду на можливості й вимоги до економії електроенергії, для штучного освітлення в лабораторії використовуються люмінесцентні лампи.

Вибір параметрів освітлення наведено в таблиці.

					МР.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Характеристика виробничого освітлення

Характеристика зорових робіт	Мінімальний розмір об'єкту розміщення	Розряд глядач-ної роботи	Характеристика типу тла	Нормоване значення при освітленні		
				Природному КПО, %		Штучному
				e^{III}	e^{IV}	E_{min} , ЛК
Високої точності	Вище 0.3 - 0.5 мм	III	Світлий	2.0	1.35	300

Допустимі рівні шуму та вібрації на робочих місцях

Встановлено, що шум погіршує умови праці, роблячи шкідливий вплив на організм людини. При тривалому впливі шуму на людину відбуваються небажані явища: знижується гострота зору, слуху, підвищується кров'яний тиск, знижується увага. Сильний тривалий шум може стати причиною функціональних змін серцево-судинної і нервової систем.

Згідно ДСТ 12.1.003-93 (ДСТ – Державний стандарт) характеристикою постійного шуму на робочих місцях є середньоквадратичні рівні тисків в октавних смугах частот зі середньгеометричними стандартними частотами: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц. У цьому ДСТ вказані значення гранично допустимих рівнів шуму на робочих місцях підприємств. Для приміщенні конструкторських бюро, розраховувачів і програмістів рівні шуму не повинні перевищувати відповідно: 71, 61, 54, 49, 45, 42, 40, 38 дБ. Ця сукупність восьми нормативних рівнів звукового тиску називається граничним спектром.

Значення електричної напруги, яка використовується на підприємстві, категорії приміщення по ступеню небезпеки

Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту людей від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг дотику та струмів, що проходять через тіло людини.

Класифікація приміщень по небезпеки поразки електричним струмом.

Приміщення I класу. Особливо небезпечні приміщення.

- 100% вологість;
- наявність активної середовища

Приміщення II класу. Приміщення підвищеної небезпеки поразки електричним струмом.

- підвищена температура повітря ($t = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$);
- підвищена вологість ($> 75\%$);
- наявність струмопровідного пилю;
- наявність струмопровідних підлог;
- наявність електричних установок (заземлених) - можливості доторку це й до електричної установці і до заземлення або до двох електричним настановам одночасно.

Приміщення III класу. Мало небезпечні приміщення. Відсутні ознаки, характерні для двох попередніх класів.

Розподіл потенціалу по поверхні землі здійснюється за законом гіперболи.

Напруга дотику - це різниця потенціалів точок електричного ланцюга, які людина стосується одночасно, зазвичай в точках розташування рук і ніг.

Напруга кроку - це різниця потенціалів φ_1 і φ_2 в полі розтікання струму по поверхні землі між точками, розташованими на відстані кроку ($\approx 0,8 \text{ м}$).

Методи і засоби захисту: заземлення, занулення, відключення та інші.

Вибір засобів захисту залежить від:

- режиму електричної мережі;
- виду електричних мереж;
- умов експлуатації

Кошти електробезпеки:

- загально технічні;
- спеціальні;

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

- засоби індивідуального захисту

Загально технічні засоби захисту:

- Робоча ізоляція;

- Для оцінки ізоляції використовують такі критерії:

Опір фаз електропроводки без підключеної навантаження $R_1 \leq 0,05 \text{ Ом}$;

Опір фаз електропроводки з підключеної навантаженням $R_2 \leq 0,08 \text{ Ом}$.

- Подвійна ізоляція;
- Недоступність струмоведучих частин;
- Блокування безпеки (механічні, електричні);
- Мала напруга;

Для локальних світильників (36 V), для особливо небезпечних приміщень і поза приміщеннями.

Заходи орієнтації (використання маркувань окремих частин електричного обладнання, написи, попереджувальні знаки, світлова сигналізація).

Спеціальні засоби захисту

- заземлення;
- занулення;
- захисне відключення.

7.4 Ергономічні вимоги до робочого місця при роботі за комп'ютером

При правильній організації робочого місця продуктивність праці інженера зростає з 8 до 20 відсотків.

Згідно ДСанПІН 3.3.2.007-98 (ДСанПІН – Державні санітарні правила і норми) конструкція робочого місця і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам.

Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця програміста повинні бути дотримані наступні основні умови:

- оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця;

					MP.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

- достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення;
- необхідно природне і штучне освітлення для виконання поставлених завдань;
- рівень акустичного шуму не повинний перевищувати допустимого значення.

Головними елементами робочого місця програміста є письмовий стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи організується відповідно до ДСанПІН 3.3.2.007-98.

Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення програміста.

Рациональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташовано в зоні легкої досяжності робочого простору.

Моторне поле - простір робочого місця, в якому можуть здійснюватися рухові дії людини.

Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними максимально витягнутими руками при русі їх у плечовому суглобі.

При проектуванні письмового столу варто враховувати таке:

- висота столу повинна бути вибрана з урахуванням можливості сидіти вільно, у зручній позі, при необхідності спираючись на підлокітники;
- нижня частина столу повинна бути сконструйована так, щоб програміст міг зручно сидіти, не був вимушений підтискати ноги;
- поверхня столу повинна володіти властивостями, що виключають появу відблисків у поле зору програміста;

- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних ящиків (не менше 3 для зберігання документації, лістингів, канцелярських приналежностей, особистих речей).

Параметри робочого місця вибираються відповідно до антропометричними характеристиками.

7.5 Нормативні вимоги до робочої площі на одного працюючого за комп'ютером

Приміщення повинні мати природне та штучне освітлення. Розташування робочих місць за моніторами для дорослих користувачів в підвальних приміщеннях не допускається.

Площа на одне робоче місце з комп'ютером для дорослих користувачів повинна складати не менше 6 м², а об'єм не менше -20 м³.

Приміщення з комп'ютерами повинні обладнуватися системами опалення, кондиціонування повітря, або ефективної припливно-витяжною вентиляцією.

Для внутрішнього оздоблення інтер'єру приміщень з комп'ютерами повинні використовуватися дифузно-відображають матеріали з коефіцієнтом відображення для стелі - 0,7-0,8; для стін - 0,5-0,6; для підлоги - 0,3-0,5.

Поверхня підлоги в приміщеннях експлуатації комп'ютерів повинна бути рівною, без вибоїн, неслизькою, зручною для очищення та вологого прибирання, мати антистатичні властивості.

У приміщенні повинні знаходитися аптечка першої медичної допомоги, вуглекислотний вогнегасник для гасіння пожежі.

Охорона праці і пожежна безпека

Загальні вимоги

У будівлях приміщеннях на території коледжу студентам і працівникам заборонено: палити; вживати алкогольні напої наркотичні і токсичні речовини; заборонено знаходитися у стані алкогольного, наркотичного

					MP.124.6145м.6	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чи токсичного сп'яніння; користуватися відкритим вогнем; пригати і бігати по сходах;

заборонено без дозволу електричного нагрівальними приладами; сидіти і стояти на підвіконнях; висуватись у відкриті вікна.

Первинний інструктаж проводиться з групою студентів відповідним викладачем завідувачим лабораторіями керівником кружку, інструктором, тренером, за відповідними інструкціями. Відмітка про проведення інструктажу проводиться у журналі про проведення первинного і позапланового інструктажу про охорону праці. Який знаходиться у завідувача лабораторії обчислювальною техніки або у керівника фіз – виховання.

Позаплановий інструктаж проводиться при виявленні порушень вимог безпеки студентами під час навально виховного процесу або при зміні умов виконання навчальних завдань за фахом, лабораторних робіт, інших видів занять, що передбачені навчальними планами спеціальності. Інструктаж проводить відповідний викладач завідувач лабораторіями інструктор, або тренер.

Відмітка про проведення інструктажу з питань охорони праці.

Цільовий інструктаж

Цільовий інструктаж с питань охорони праці проводиться з групою студентів його проводить відповідний викладач завідувач лабораторіями інструктор або тренер обсяг і зміст інструктажу визначаються у залежності від видів масових зборів. Облік цільових інструктажів здійснюється у відповідності до чинного положення міністерства освіти та науки молоді та сорту України, у журналах обліку теоретичного і виробничого навчання.

7.6 Розрахунок загального освітлення виробничого приміщення

Робоче місце по встановленню та налаштуванню зарядних станцій для електромобілю.

Довжина $A=80$ м, ширина $B=20$ м, висота $H=3$ м. Висота робочої поверхні $h_p=1$ м. Для освітлення приймаємо світильник типу НПП01. Мінімальна

					MP.124.6145м.6	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітленість лампи розжарювання з нормами $E_{\min} = 100$ лк. Коефіцієнт відображення стелі $S_n = 70\%$, стін $S_c = 50\%$, робочої поверхні $S_p = 30\%$. Напруга у мережі 220 В.

- 1) Відстань від стелі до робочої поверхні:

$$H_0 = H - h_p = 3 - 1 = 2 \text{ м}$$

- 2) Відстань від стелі до світильника:

$$h_c = 0.2 * H_0 = 0.2 * 2 = 0.4 \text{ м}$$

- 3) Відстань підвісу світильника над поверхнею, що освітлюється

$$h = H_0 - h_c = 2 - 0.4 = 1.6 \text{ м}$$

- 4) Висота підвісу світильника над підлогою:

$$H_{\text{п}} = h + h_p = 1.6 + 1 = 2.6 \text{ м}$$

- 5) Для досягнення рівномірності освітлення приймаємо відношення

$$L/h = 1.5.$$

Тоді відстань між центром світильників:

$$L = 1.5 * h = 1.5 * 1.6 = 2.4 \text{ м}$$

- 6) Необхідна кількість світильників:

$$S = A * B = 1600$$

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{1600}{2.4^2} = \frac{1600}{5.76} = 277.7 = 278 = 280$$

$8 * 35 = 280$ (співвідношення 4.4 , а по завданню співвідношення $80/20 = 4$)

Приймаємо 280 як 8 рядків по 35 світильників, які зображені на рисунку 23

					МП.124.6145м.6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

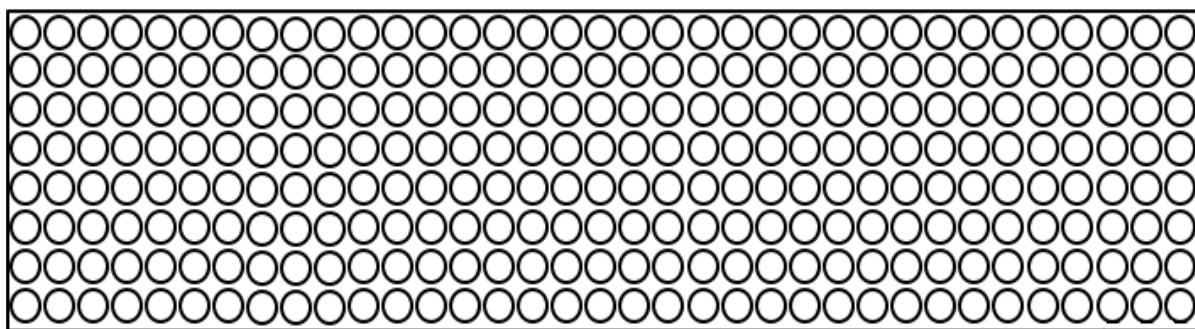


Рисунок 23 – Схема розміщення світильників

7) Індекс приміщення:

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)} = \frac{80 * 20}{1.6 * (80 + 20)} = \frac{1600}{160} = 10$$

8) За таблицею коефіцієнтів використання світлового потоку при $i=10$,

$S_n=70\%$, $S_c=50\%$, $S_p= 30\%$ для світильника типу НПП01 коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0.9$.

8) Світловий потік однієї лампи:

$$\Phi_p = \frac{E_{min} * S * K_z * Z}{N * \eta} = \frac{100 * 1600 * 1.3 * 1.15}{280 * 0.9} = \frac{239200}{252} = 949.2 \text{ лм}$$

$$S = A * B = 1600$$

K_z – коефіцієнт запасу

Z – тип лампи

11) За знайденим світловим потоком з таблиці «Параметри лампи розжарювання загального призначення з рахунковими напругами 130 та 220В» обираємо ламку потужністю 75 Вт., що має світловий потік 950 лм, найбільш близький до розрахунку. Тип світильника – Б215-225-75.

$$\Phi_d = 950 \text{ лм.} \quad P_d = 75 \text{ Вт.}$$

12) Таким чином фактична освітленість E_f буде дорівнювати:

$$E_{\Phi} = E_{min} * \left(\frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{р}}} \right) = 100 * \left(\frac{950}{949,2} \right) = 100 * 0.01 = 1 \text{ ЛК}$$

13) Загальна потужність:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{л}} * N = 75 * 280 = 16500 \text{ Вт} = 16,5 \text{ кВт}$$

7.7 Розрахунок очікуваного рівня звукового тиску від всіх джерелу обраній розрахунковій точці

Визначення рівню звукового тиску у центрі приміщення.

У виробничому приміщенні розташовані рівномірно 10 джерел шуму (верстатів) двох типів. Рівні потужності, що випромінюються кожним джерелом першого типу L_{p1} та другого типу L_{p2} . Розрахункова точка розташована в середині приміщення між верстатами. Відстань від акустичних центрів джерел до розрахункової точки P_t відповідно дорівнюють:

$$r_1 = r_5 = 12,5 \text{ м}$$

$$r_2 = r_4 = 6,7 \text{ м}$$

$$r_7 = r_9 = 6,9 \text{ м}$$

$$r_6 = r_{10} = 12,9 \text{ м}$$

$$r_3 = 2,9 \text{ м}$$

$$r_8 = 3,4 \text{ м}$$

На рисунку 24 зображено схему розташування верстатів у приміщенні.

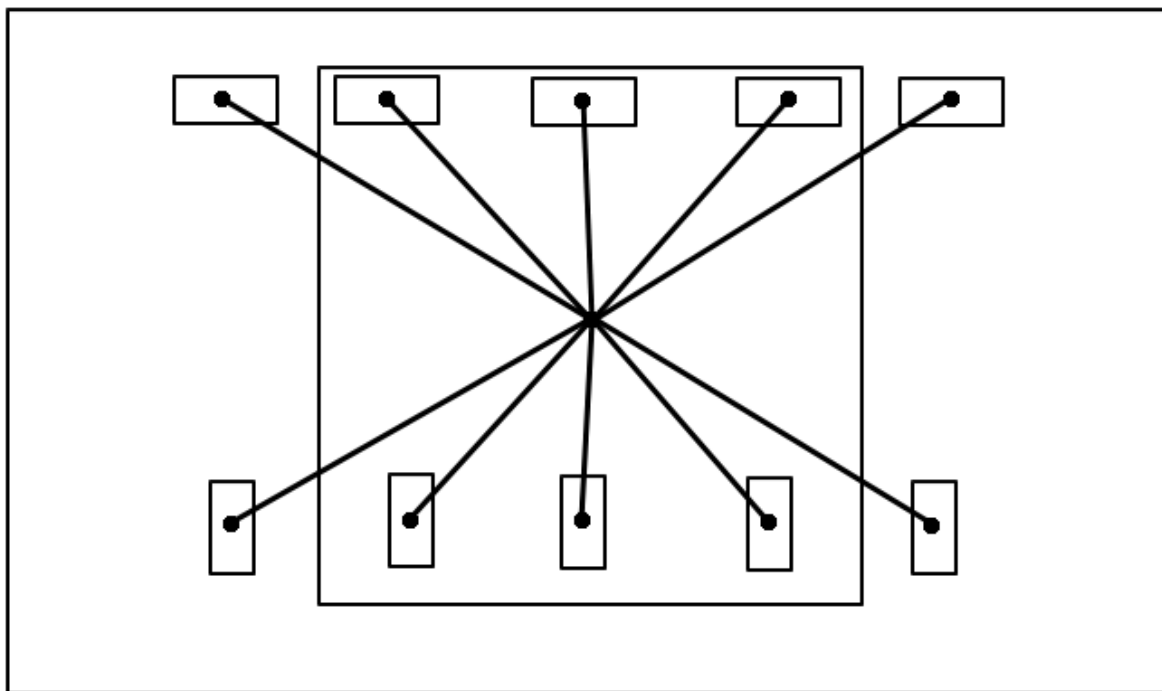


Рисунок 24 – Схема розташування верстатів у приміщенні

Таблиця

Величина	Середньо геометрична частота октанової смуги, Гц
дБ	250
Lp_1	110
Lp_2	98
B_m	286

$$\vartheta = 250$$

$$\Delta i = 10^{0.1Lp_i}$$

$$Si = 2\pi R_i^2$$

$$Xi = 1$$

$$r_i \leq 4r_{min}$$

$$r_{min} = 2,9$$

$$m = 6$$

Очікуваний рівень звукового тиску знаходимо за формулою

$$L = 10 * \lg(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta i X_i}{S_i} + \frac{4}{B_M} \sum_{i=1}^n \Delta i) = 10 * 10,9 = 109$$

$$1) \sum_{i=1}^m \frac{\Delta i X_i}{S_i} = 0,16 * (10^{11} * 0,16) + (10^{9,8} * 0,13)) = 2691239127,65$$

$$2) \sum_{i=1}^n \Delta i = 5 * (10^{11} + 10^{9,8}) = 531547867224$$

$$3) \frac{4}{B_M} = \frac{4}{286} = 0,014$$

$$4) \frac{4}{B_M} \sum_{i=1}^n \Delta i = 7441670141,14$$

$$5) (\sum_{i=1}^m \frac{\Delta i X_i}{S_i} + \frac{4}{B_M} \sum_{i=1}^n \Delta i) = 77107940541,8$$

$$6) \lg(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta i X_i}{S_i} + \frac{4}{B_M} \sum_{i=1}^n \Delta i) = 10,88 \approx 10,9$$

Висновок

В цьому розділі було розглянуто охорона праці на підприємстві. На основі опрацьованого матеріалу було встановлено, що основним завданням охорони праці є зведення до мінімуму ймовірність ураження або захворювання працівників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Охорона праці відіграє важливу роль у трудовому житті людини. Правильна організація праці значно підвищує його продуктивність і різко знижує можливість виробничих травм, каліцтв. Це, в свою чергу, надає і безпосередній позитивний вплив на економічну сторону праці: відбувається зниження на оплату лікарняних листів та лікування співробітників, зменшується кількість і розмір компенсацій за роботу в шкідливих умовах тощо

					MP.124.6145м.6	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської дипломної роботи було проведено дослідження методів оптимізації транспортних перевезень.

Було обґрунтовано і доведено актуальність дослідження існуючих методів оптимізації транспортних перевезень, обґрунтовано мету щодо вдосконалення математичної моделі транспортної задачі, яка може бути використана із вже існуючими методами, а також було сформульовано постанову задачі та визначено критерії ефективності відповідно.

В результаті досліджень було розроблено вдосконалену математичну модель транспортної задачі, нові обмеження якої потрібні для вирішення задачі побудови плану перевезень чи для його оперативного корегування,

враховуючи такі фактори, як актуальний стан якості дорожнього покриття маршрутів, а також пропускна здатність цих доріг. Було описано етапи оптимізації транспортних перевезень при побудові опорного плану перевезень, а також розроблено алгоритм реалізації вдосконаленої моделі із вже існуючими методами.

На основі вдосконаленої математичної моделі, було проведено наукові розрахунки та проаналізовано отримані результати відповідно до сформульованих критеріїв ефективності. Крім цього, була проаналізована вірогідність та область використання даної моделі. Для демонстрації побудови плану транспортних перевезень з використанням вдосконаленої моделі, було розроблено відповідне програмне забезпечення.

Розроблена в ході даної атестаційної роботи модель транспортної задачі не є досконалою та потребує доробок, тому у майбутньому планується продовження досліджень у напрямку оптимізації транспортних перевезень на етапі побудови опорного плану чи його оперативному корегуванні. Але не зважаючи на це, за результатами досліджень можна зробити висновок, що поставлена задача була успішно виконана.

					MP.124.6145м.6	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1.Транспортная логистика: учебно-методическое пособие для вузов / Р. Б.Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск: БНТУ, 2012. – 377 с.

2.Решение задач по оптимизации транспортных перевозок [Электронный ресурс] // 2016 URL: <http://provodim24.ru/optimizacija-transportnyh-perevozok.html>/ (дата звернення 25.11.2019).

3.Оптимизация перевозок и транспортной логистики [Электронный ресурс] // 2015 URL: <https://www.axelot.ru/optimizatsiya-transportnoy-logistiki/>– (дата звернення 27.11.2019).

4.Оптимизация работы транспорта: методы и решения логистики [Электронный ресурс] // 2017 URL: <http://arprime.ru/optimizacia/transportnye-processy-i-rashody-predpriatia> – (дата звернення 28.11.2019).

5.Широков А. П. Математические модели и методы в управлении транспортными системами. Учебно – методическое пособие. В 2 – х частях. Часть 2. Решение транспортных задач методами линейного программирования. – Хабаровск: ДВГУПС, 1999. – 51 с.

6.Транспортна задача. Математична постановка задачі [Электронный ресурс] // 2012 URL: <http://www.mathros.net.ua/transportna-zadacha-matematychna-postanovka-zadachi.html> – (дата звернення 28.11.2019).

7.Метод північно-західного кута [Электронный ресурс] // 2012 URL:<http://www.mathros.net.ua/metod-pivnichno-zahidnogo-kuta.html> – (дата звернення 28.11.2019).

8.Метод мінімального елемента [Электронный ресурс] // 2012 URL:<http://www.mathros.net.ua/metod-minimalnogo-elementa.html> – (дата звернення 28.11.2019).

9. Метод потенціалів [Электронный ресурс] // 2012 URL: <http://www.mathros.net.ua/znahodzhennja-optymalnogo-planu-transportnoi->

					MP.124.6145м.6	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

zadachi-metodom-potencialiv.html – (дата звернення 29.11.2019).Левыкин, В.М. Обобщенная модель системы сбалансированных показателей [Текст] / В. М. Левыкин, О. С. Хворостинина // АСУ и приборы автоматики. – 2010. – № 153. – С. 40–45.Методы исследования, как они есть [Электронный ресурс] // 2017 URL: <https://nauchniestati.ru/blog/metody-issledovaniya/> – (дата звернення 29.11.2019).Поняття програмного забезпечення (ПЗ), види ПЗ [Електронний ресурс]2017 URL: <https://studopedia.com.ua/ponyattya-programnogo-zabezpechennya-pz-vidi-pz.html> – (дата звернення 29.11.2019).

10 Гослинг Дж., Джой Б., Стил Г. Язык программирования Java EE. Подробное описание. – М.: “Вильямс”, 2015 – 672 с.\

11.Серверданих[Електроннийресурс]//2017URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/Сервер_даних – (дата звернення 30.11.2019).

12. Сервер додатків [Електронний ресурс] // 2017 URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/Сервер_застосунків – (дата звернення 30.11.2019).

					MP.124.6145м.6	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		