

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

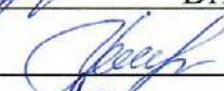
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ БУДМАТЕРІАЛІВ ДО СЕЛИЩ
ЗАПОРІЗЬКОГО ТА ПОЛОГІВСЬКОГО РАЙОНІВ ПРИ ПІСЛЯВОЄННОМУ
ВІДНОВЛЕННІ

Виконав: студент II курсу, групи T-322м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

		Віталій ЛЕГКОДУХ (прізвище та ініціали)
Керівник		Ганна ЛЕБІДЬ (прізвище та ініціали)
Рецензент		Андрій ЩЕРБИНА (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____

(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на _____
автомобільному транспорті)» _____

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

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

ЛЕГКОДУХА Віталія Сергійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Організація доставки будматеріалів до селищ
Запорізького та Пологівського районів при післявоєнному відновленні

керівник проекту (роботи) ЛЕБІДЬ Ганна Олександрівна

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №450

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) існуючі схеми розміщення вантажних
пунктів-отримувачів та відправників обладнання; вантажооборот; відстань
перевезень між пунктами; час вантажних операцій.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розробка
маршрутів доставки газобетону до пошкоджених об'єктів. 2.2 Нормування
часу виконання доставки газобетону та руху за маршрутами варіанту №1. 2.3
Розрахунок їздки по маршрутах першого варіанту. 2.4 Складання проектних
маршрутів (варіант №2) доставки газобетону. 2.5 Визначення загального
пробігу за першим варіантом. 2.6 Визначення загального пробігу за другим
варіантом. 2.7 Визначення кількості рухомого складу для доставки
газобетону за варіантами. 3 Економічна частина, 4 Охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ЛЕБІДЬ Г.О., старш. викл.		
2	ЛЕБІДЬ Г.О., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Віталій ЛЕГКОДУХ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Ганна ЛЕБІДЬ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 76 с., 21 табл., 15 рис., 13 джерел.

АВТОМОБІЛЬ, ВАНТАЖОПОТІК, ГАЗОБЕТОН ПІДПРИЄМСТВО,
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, РУХОМИЙ
СКЛАД, ТРАНСПОРТ

Об'єкт дослідження: транспортна система доставки будівельних матеріалів до селищ Запорізького та Пологівського районів при післявоєнному відновленні.

Мета роботи: удосконалення доставки будматеріалів (газобетону) до селищ, які відновлюються після війни

Методи дослідження: статистичний аналіз, аналітичний метод, метод потенціалів, наближений метод, графічний метод.

В магістерській роботі було досліджено, проаналізовано та удосконалено перевезення газобетону з підприємств «Торус-буд» та «Забудовник» у вісім вантажних пунктів. Визначені раціональні варіанти закріплення постачальників за споживачами, розроблені два варіанти маршрутів доставки та визначена потрібна кількість автомобілів для перевезення газобетону. Проектні рішення обґрунтовані розрахунками економічної доцільності.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Загальна характеристика районів розміщення вантажних пунктів	8
1.2 Технологія виробництва, властивості та особливості транспортування газобетону	11
1.3 Вимоги до пакування та маркування газобетонних виробів	19
1.4 Вантажні роботи та зберігання газобетонних блоків	20
1.5 Постановка завдань досліджень	23
2 Основна частина	24
2.1 Розробка маршрутів доставки газобетону до пошкоджених об'єктів	24
2.2 Нормування часу виконання доставки газобетону та руху за маршрутами варіанту №1	39
2.3 Розрахунок їздок по маршрутах першого варіанту	41
2.4 Складання проєктних маршрутів (варіант №2) доставки газобетону	43
2.5 Визначення загального пробігу за першим варіантом	45
2.6 Визначення загального пробігу за другим варіантом	48

2.7 Визначення кількості рухомого складу для доставки газобетону за варіантами	50
3 Економічна частина	51
3.1 Економічні розрахунки доставки газобетону за варіантом №1	51
3.2 Економічні розрахунки доставки газобетону за варіантом №2 ...	57
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	63
Висновки	64
Перелік джерел посилання	66
Додаток А	68
Додаток Б	69
Додаток В	71

ВСТУП

Багато селищ Запорізької області є постраждалими через військове вторгнення. Зокрема, Запорізький та Пологівський район потребують відновлення, частина їх території – лише після звільнення прилеглих територій та припинення воєнних дій.

На сьогоднішній день одним із сучасних будівельних матеріалів є газобетон. Він має високі енергоефективні властивості, легкий, має достатньо низьку вартість та дозволяє використовувати при будівництві тонкий шар клею замість товстого шару цементного розчину.

Місто Запоріжжя має достатньо потужні склади у південно-східній частині, які відвантажують значні обсяги газобетону споживачам.

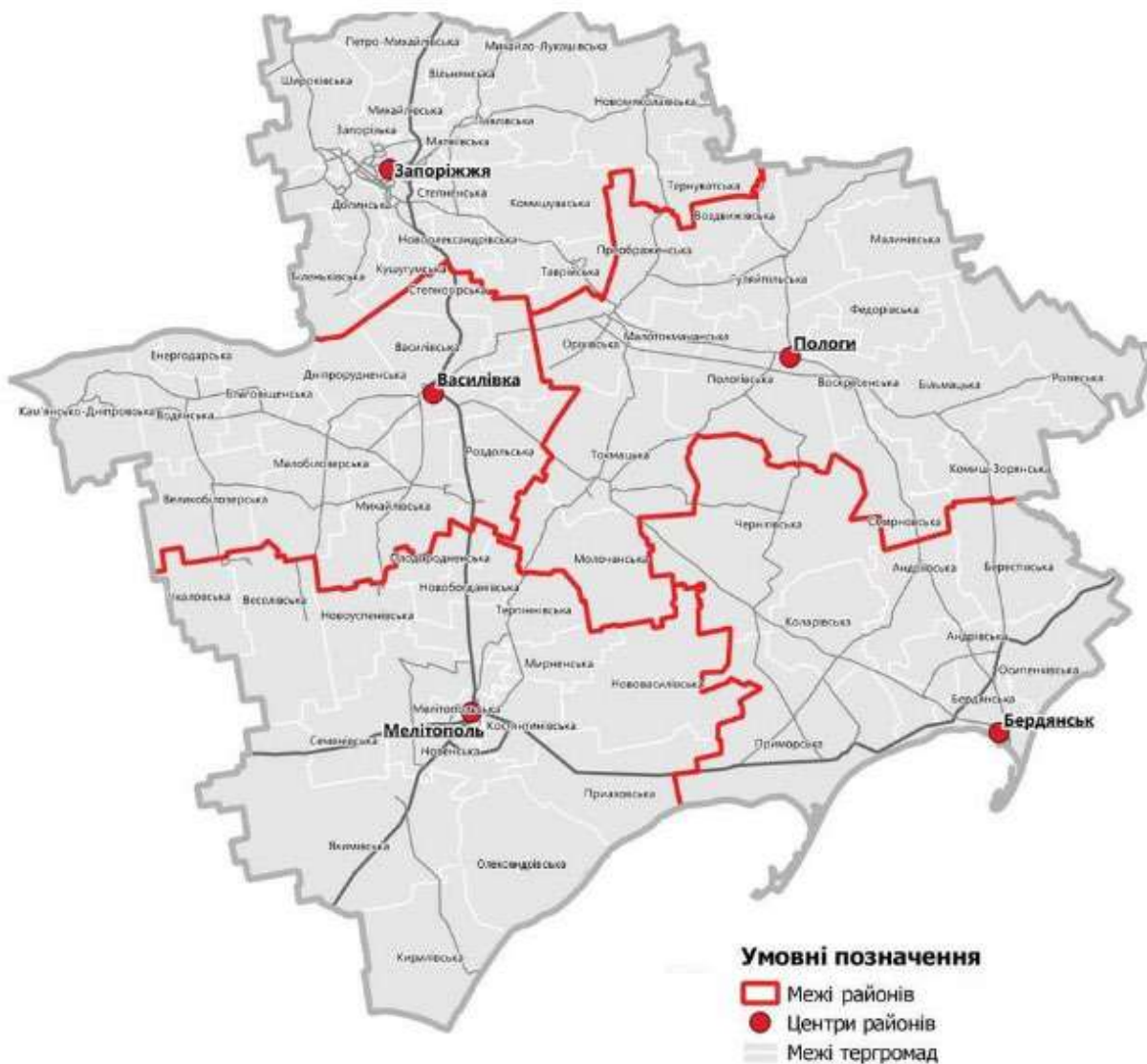
В роботі необхідно проаналізувати ситуацію та визначити маршрути руху транспорту з газобетоном, визначити потрібну кількість автотранспорту для забезпечення планових обсягів доставки газобетонних виробів та виконати розрахунки економічних показників за варіантами організації доставки.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика районів розміщення вантажних пунктів

Відповідно до теми магістерської роботи розглядаємо такі райони Запорізької області (рисуюнок 1.1):

- Запорізький;
- Пологівський [1].



Рисуюнок 1.1 – Запорізький та Пологівський райони

Аналіз пошкоджень в рамках післявоєнного відновлення можна виконувати за допомогою сервісу [2]. На рисунку 1.2 позначені селища та кількість пошкоджених об'єктів Запорізького району, на рисунку 1.3 - Пологівського.

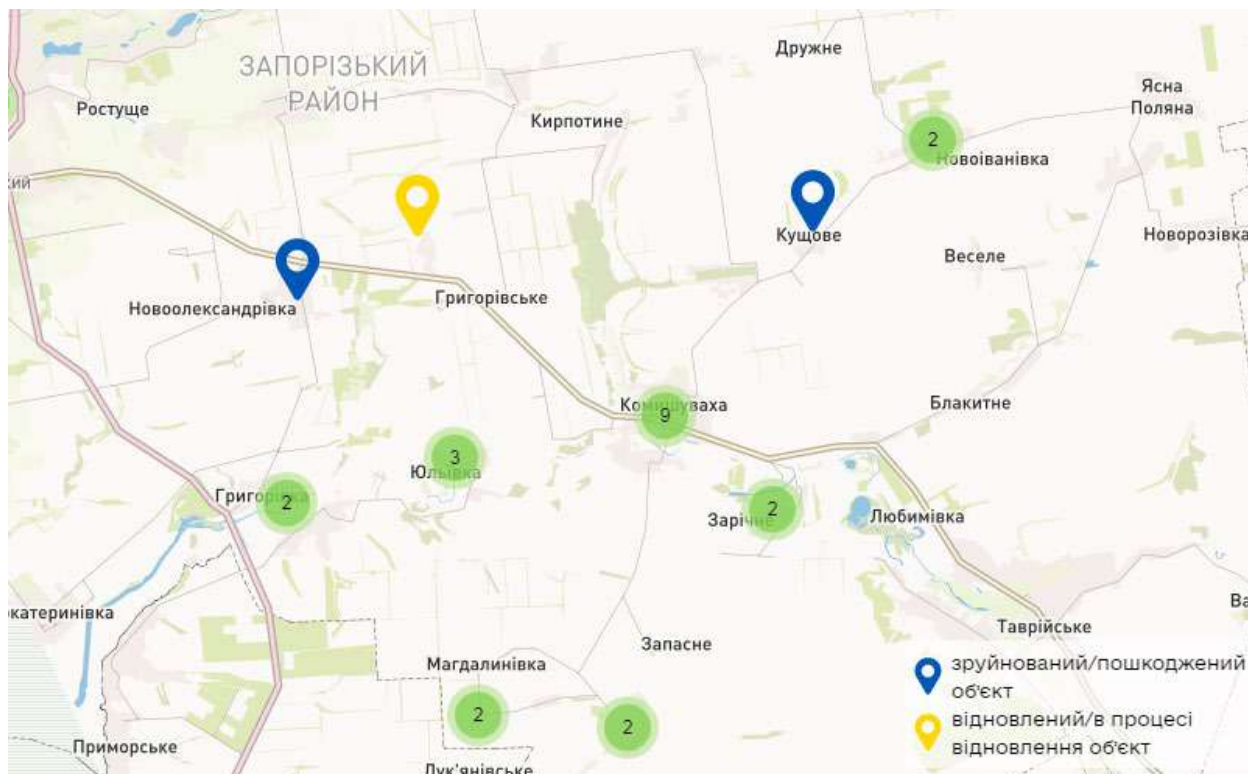


Рисунок 1.2 – Пошкоджені об'єкти Запорізького району



Рисунок 1.3 – Пошкоджені об'єкти Пологівського району

Дані об'єкти були дещо об'єднані у пункти вивантаження з метою спрощення процесу організація перевезень газобетону. Відповідно, пункти навантаження були обрані за критерієм найближчого розташування до пунктів приймання вантажу.

Мапа розташування пунктів навантаження та вивантаження газобетону показана на рисунку 1.4.

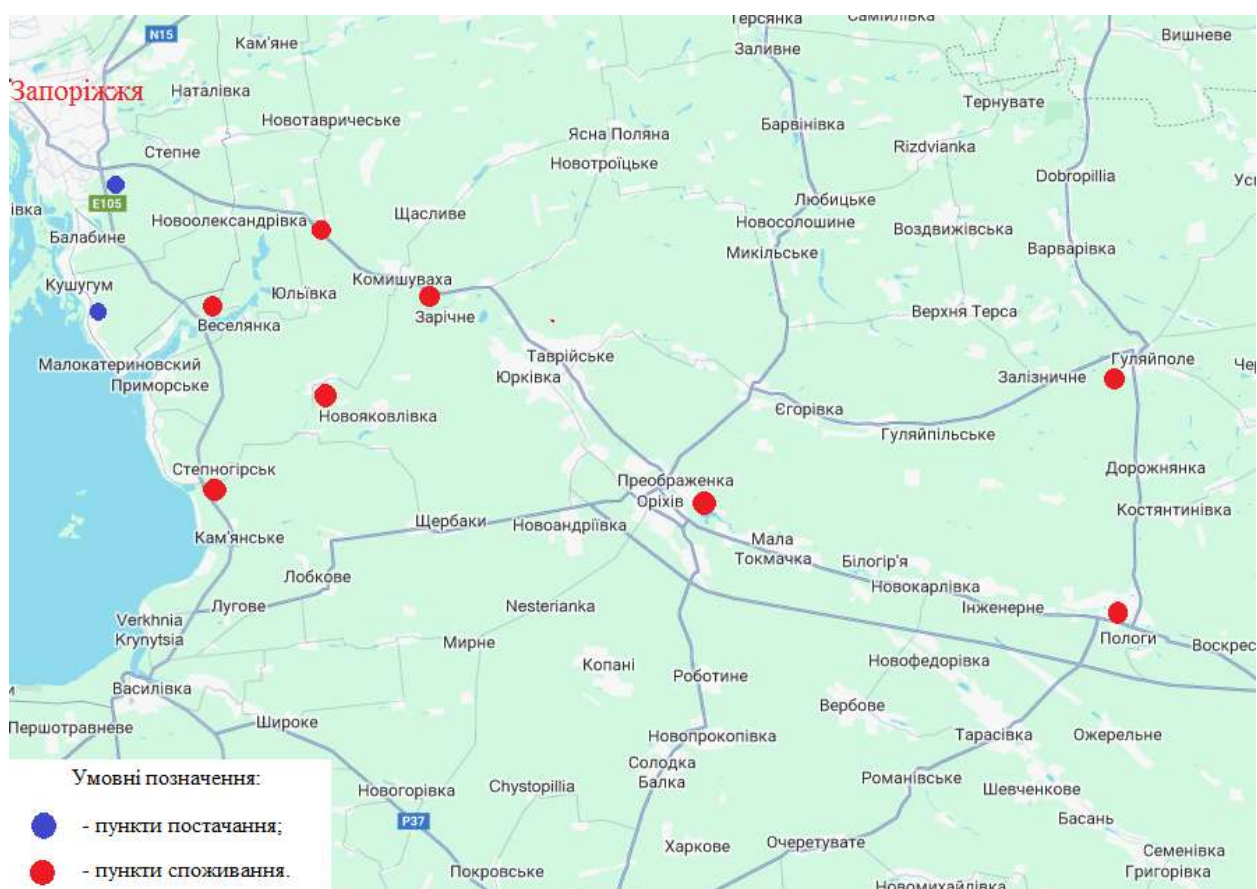


Рисунок 1.4 – Мапа розташування пунктів навантаження та вивантаження газобетону

Пункти навантаження:

- склади підприємства Торус-буд [3], розташовані по вулиці Базовій міста Запоріжжя. Це підприємство є офіційним дистриб'ютором відомого виробника газобетону UDK [4] у Запорізькій області;

- склади підприємства Забудовник, розташовані у селищі Балабине у південному передмісті Запоріжжя по вулиці Суміжній [5].

1.2 Технологія виробництва, властивості та особливості транспортування газобетону

Газобетон є легким штучним будівельним матеріалом [5] – рисунок 1.5, що отримується завдяки твердінню поризованої суміші, до складу якої входять:

- гідравлічні в'язучі речовини;
- тонкомелена кремнеземиста речовина;
- вода;
- газоутворююча добавка.

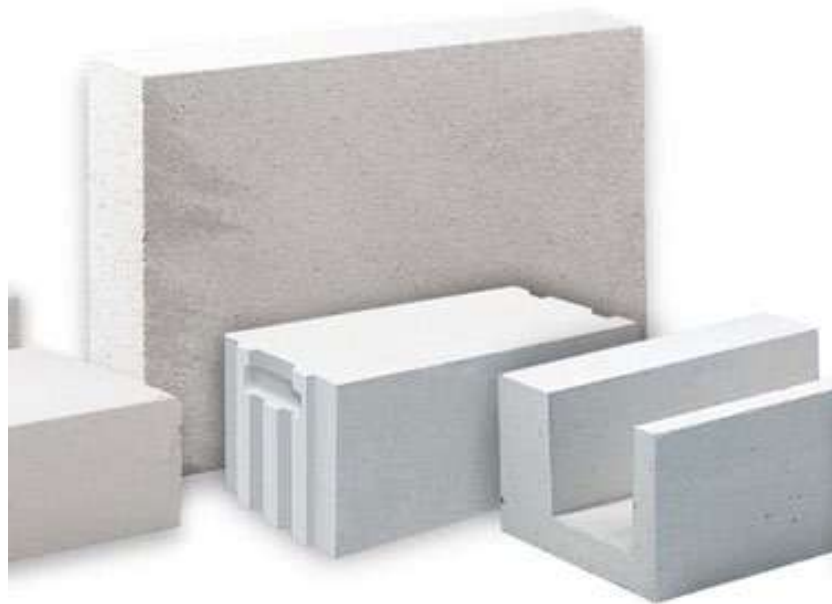


Рисунок 1.5 – Газобетонні вироби

При виготовленні виробів з газобетону застосовують різні компоненти, серед найбільш поширених:

- портландцемент ПЦ 400-500;
- вапно негашене;
- кварцовий пісок з обмеженим вмістом глини до 3%;
- алюмінієва пудра або паста, що є газоутворювачем.

Технологія виробництва автоклавного газобетону полягає у наступних етапах [5]:

- процеси приймання та підготовки вихідних компонентів;
- виробництво газобетонної суміші;
- формування газобетону у вигляді блоку великого розміру;
- розрізання блоків на вироби менших розмірів;
- автоклавна обробка;
- пакування газобетону.

Сировина для виробництва газобетону може надходити до підприємства автомобільним або залізничним транспортом. Зберігаються в'язучі компоненти у силосах (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Зберігання сировини у силосах

Вивантаження кварцового піску здійснюється до приймального бункеру, звідки стрічковий конвеєр подає його для помелу для подальшого приготування шламу у кульових млинах (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Подавання матеріалів до змішування

Виготовлений піщаний шлам доставляється до шламбасейну, де виконується гомогенізація через постійне механічне перемішування.

Негашене вапно може надходити вже підготовлене – тонкомелене або у стані грудок.

За першим варіантом вапно потрапляє до силосів, як і інші матеріали для виробництва, воно може одразу використовуватись.

За другим варіантом, грудчасте негашене вапно, потрапляє до кульових млинів кварцового піску та вапна для спільного помелу.

Дозувально-змішувальне відділення відповідає за приготування газобетонної суміші [5].

Цемент разом з вапном, піщаним шламом, водою та алюмінієвою суспензією дозуються та додаються до спеціального змішувача (рисунок 1.8), який призначений для забезпечення гомогенності суміші.



Рисунок 1.8 – Змішувач сировини

При формуванні здійснюється виливання приготовленої суміші до форми де проходить активне газовиділення та спучування майбутнього газобетону.

Наступним етапом газобетонна суміш у формах проходить витримку за температури повітря близько 15...20°C, для того, щоб набути необхідну пластичну міцність сирця.

Щоб прискорити процес набирання потрібної попередньої міцності, суміш у формах може витримуватись у спеціальних термічних камерах за температури 70...80°C. При чому час виготовлення продукції відповідно зменшується.

Коли напівфабрикат досягає меж потрібної пластичної міцності, він подається на різальний комплекс, розмічається та відбувається його розрізання дрютяною струною відповідно до встановлених розмірів виробу з точністю до 1,0...1,5 мм.

Саме через цю точність і є можливість здійснювати укладку газобетонних блоків на тонкий шар клейової суміші замість товстого шару цементного розчину.

Готові вироби розміщуються на автоклавних візках та подаються до автоклаву (рисунок 1.9).

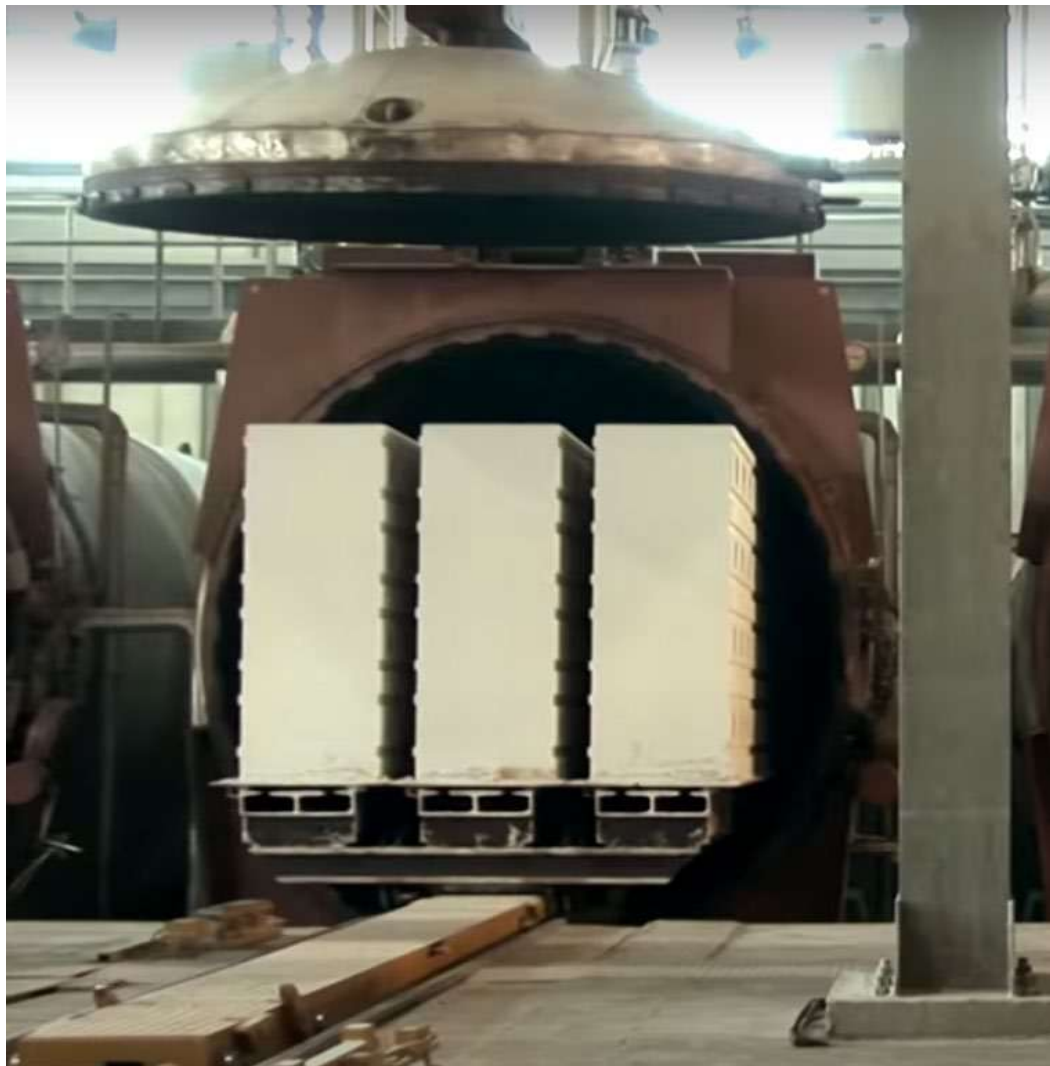


Рисунок 1.9 – Обробка газобетону у автоклавах

Там здійснюється тепловологісна обробка відповідно до встановленого режиму, який передбачає підвищування температури та тиску, з подальшим плавним їх зменшенням.

По завершенні процедури тепловологісного оброблення газобетонні вироби переміщуються до ділянки розподілу та пакування (рисунок 1.10), а звідти потрапляють до складу готової продукції.



Рисунок 1.10 – Ділянка пакування газобетону

Вироби з газобетону мають різне призначення та, відповідно, розміри. Характеристики даних виробів та вантажних місць, що відправляються споживачу, наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики вантажних місць із газобетонними виробами

Продукція	Вага 1 елементу, кг	Вага 1 м ³ , кг	Вага вантажу на піддоні, кг	Обсяг вантажу на піддоні, м ³	Кількість елементів на піддоні, од.	Кількість піддонів у автомобілі в/п 22 т.
U-подібні блоки						
250х200х500	8,8	352	440	1,25	50	26
300х200х500	10,9	364	654	1,8	60	26
375х200х500	15,5	415	697,5	1,68	45	26
400х200х500	19,85	497	894	1,8	45	25
500х200х500	22	440	660	1,5	30	26
Стінові газоблоки щільності Д500						
75х200х600	5,62	625	1350	2,16	240	16
100х200х600	7,5	625	1350	2,16	180	16
125х200х600	9,37	625	1312,5	2,1	140	16
300х200х600	22,5	625	1350	2,16	60	16
Стінові газоблоки щільності Д400						
100х200х600	6,61	551	1190,16	2,16	180	18
125х200х600	8,26	551	1157,1	2,1	140	19
280х200х600	18,51	551	1110,82	2,016	60	22

Кінець таблиці 1.1.

Продукція	Вага 1 елементу, кг	Вага 1 м3, кг	Вага вантажу на піддоні, кг	Обсяг вантажу на піддоні, м3	Кількість елементів на піддоні, од.	Кількість піддонів у автомобілі в/п 22 т.
280x200x600	18,51	551	1110,82	2,016	60	22
300x200x600	19,83	551	1190,16	2,16	60	18
375x200x600	24,79	551	1239,75	2,25	50	17
500x200x600	33,06	551	991,8	1,8	30	22
Стінові газоблоки щільності Д300						
300x200x600	16,56	460	993,6	2,16	60	22
375x200x600	20,7	460	1035	2,25	50	21
400x200x600	22,08	460	883,2	1,92	40	25
500x200x600	27,6	460	828	1,8	30	26

При використанні автотранспорту для доставки газобетону можуть застосовуватись автомобілі вантажопідйомністю 22 тони.

1.3 Вимоги до пакування та маркування газобетонних виробів

Газобетонні блоки можуть зберігатися у штабелях та пакетах [7]. Дозволяється скріплення пакетів блоки за допомогою сталевих, поліпропіленової стрічок, термоусадкової плівки (рисунок 1.11).

У пакеті блоки повинні щільно укладатись між собою.



Рисунок 1.11 – Пакет із газобетонними блоками

Кожний пакет з блоками маркується за допомогою фарби, маркувального олівця.

Кожне пакування повинно бути промаркованим не менш, ніж на 3-х сторонах пакета або штабеля.

Маркування повинно містити інформацію:

- про марку бетону за густиною та міцністю;
- про тип мурування (який повинен використовуватись розчин – «Р», якщо клей – «К»);
- товарний знак виробника;
- штамп відділу технічного контролю.

Транспортне маркування виконується на етикетці, що наклеюється на кожний транспортний пакет.

Структура транспортного маркування:

- назва виробника (товарний знак);
- умовне позначення блоку газобетону;
- штамп відділу технічного контролю;
- номер партії та дата виготовлення;
- вага пакету;
- знак «Оберігати від вологи»;
- знак відповідності – для сертифікованої продукції.

1.4 Вантажні роботи та зберігання газобетонних блоків

Газобетонні блоки зберігаються у штабелях, висота яких не перевищує 2,5 м [7].

Складуються блоки відокремлено по типах, марках бетону за густиною, міцністю та типом мурування. Приклад розміщення пакетів із газобетонними блоками показано на рисунку 1.12.

Транспортуються блоки здійснюються у пакетах або контейнерах за допомогою будь-яких видів транспорту у відповідності до Правил перевезення вантажів.



Рисунок 1.12 – Розміщення пакетів із газобетонними блоками

У разі погодження зі споживачем, допускається доставка шляхом щільного укладання блоків один до одного у кузов автомобіля в один ярус без скріплення.

Скидання блоків в процесі вивантаження не припускається.

Зберігання та транспортування блоків передбачають заходи, які унеможливають зволоження.

Для вантажних операцій із газобетоном на піддонах, використовуються фронтальні навантажувачі, що показано на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Використання фронтальних навантажувачів при навантаженні автотранспортного засобу

У кінцевого споживача допускається розміщення піддонів на горизонтальних ґрунтових площадках – рисунок 1.14.



Рисунок 1.14 – Розміщення піддонів із газобетоном у споживача

1.5 Постановка завдань досліджень

Постраждали через військове вторгнення об'єкти Запорізької області, зокрема Запорізького та Пологівського районів потребують відновлення, частина з них – після звільнення прилеглих територій та припинення воєнних дій.

Тож в ході роботи необхідним є:

- визначити маршрути руху транспорту з газобетоном;
- розробити технологічні графіки навантаження та встановити час навантаження газобетонних виробів до автотранспорту;
- розробити графіки доставки газобетону до міст Запорізького та Пологівського районів;
- визначити потрібну кількість автотранспорту для забезпечення планових обсягів доставки газобетонних виробів;
- виконати розрахунки економічних показників.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутів доставки газобетону до пошкоджених об'єктів

На рисунку 2.1 наведена мережа шляхів сполучення між складами газобетону та споживачами.

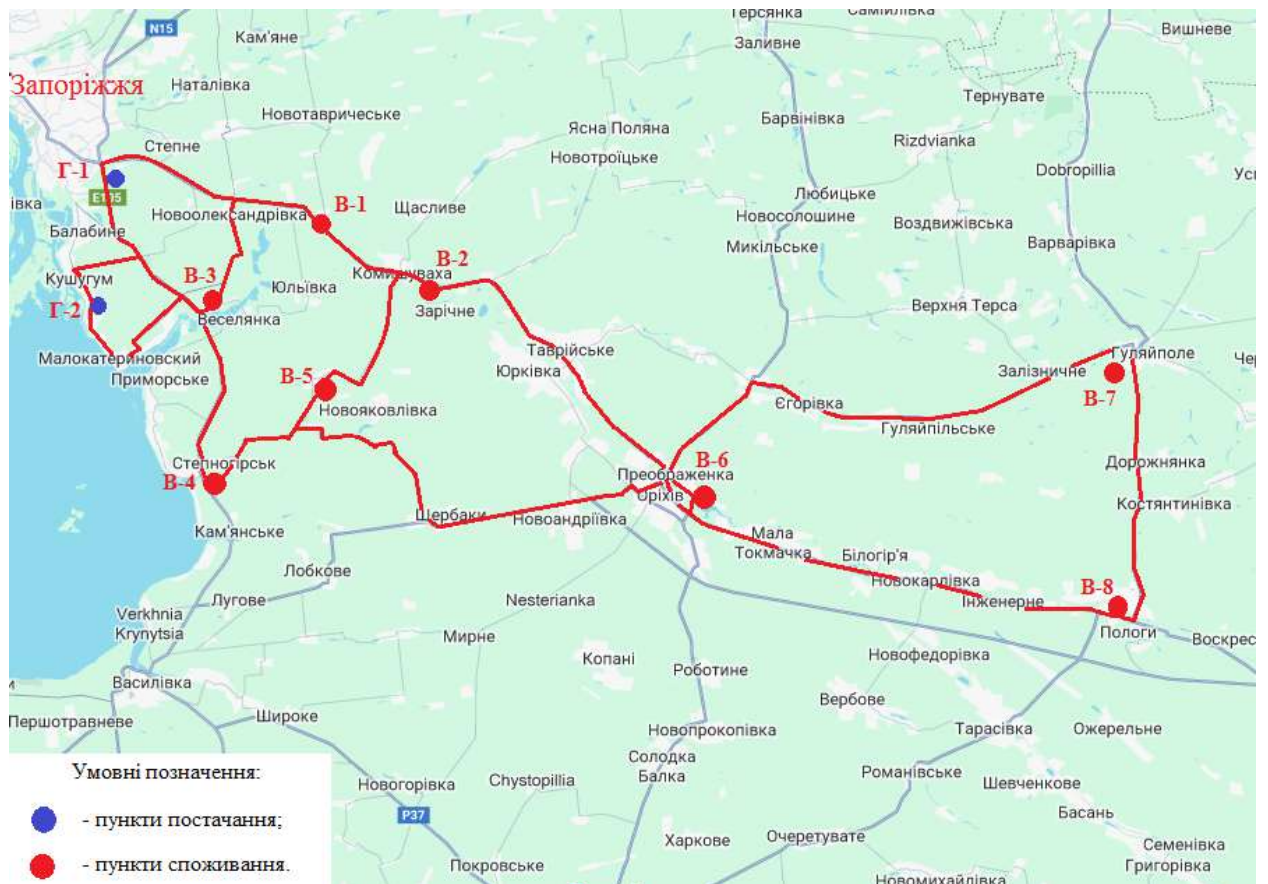


Рисунок 2.1 – Мережа шляхів сполучення між складами газобетону та споживачами

Позначимо склади постачання газобетонних блоків:

- Торус-буд – пункт Г-1;
- Забудовник – пункт Г-2.

Селища, які обрані у якості центрів зон доставки газобетону із вказівкою їх скороченої назви:

- Новоалександрівка – В-1;
- Комишуваха – В-2;
- Григорівка (Веселянка) – В-3;
- Степногірськ – В-4;
- Новояковлівка – В-5;
- Оріхів – В-6;
- Гуляйполе – В-7;
- Пологи – В-8.

Використовуючи гугл-мапу, визначаємо відстані доставки між даними селищами та складами постачання.

Від складу Г-1 до:

- В-1 – відстань 12 км;
- В-2 – відстань 25 км;
- В-3 – відстань 13 км;
- В-4 – відстань 32 км;
- В-5 – відстань 20 км;
- В-6 – відстань 53 км;
- В-7 – відстань 90 км;
- В-8 – відстань 106 км.

Від складу Г-2 до:

- В-1 – відстань 19 км;
- В-2 – відстань 33 км;
- В-3 – відстань 12 км;
- В-4 – відстань 31 км;
- В-5 – відстань 41 км;

- В-6 – відстань 60 км;
- В-7 – відстань 115 км;
- В-8 – відстань 120 км.

Результати вимірів представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Відстані перевезення між складами та селищами з пошкодженими будівлями, км

Склади газобетону	Пункти призначення							
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	106
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	120

Додаємо до таблиці рядки:

- знизу – для позначення обсягів споживання газобетону по кожному пункту призначення у пакетах на тиждень;
- праворуч – для позначення максимальних обсягів постачання газобетону по складах Г-1, Г-2 у пакетах на тиждень.

Результати наведено у таблиці 2.2.

Отримано умови транспортної задачі відкритого типу, загальний обсяг постачання газобетону на 65 пакетів на тиждень більше, ніж потреба пунктів призначення (285).

Таблиця 2.2 – Вихідні дані перевезень газобетону

Склади газобетону	Пункти призначення								Максимальний обсяг відправлення, од./тижд.
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	106	200
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	120	150
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	

Для розв'язку вводимо позначення:

- ряди – i ;
- стовпці – j ;
- кількість складів постачання – m ;
- кількість пунктів призначення – n ;
- обсяг перевезень газобетону – Q_{ij} .

Крім того, додаємо фіктивний пункт призначення В-9.

Результати сформуємо у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для опорного плану

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	106	0	200
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	120	0	150
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

За правилом мінімального елемента отримуємо опорний план – таблиця 2.4 (обсяги позначаємо у нижніх лівих кутах осередків).

Таблиця 2.4 – Опорний план

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	106	0	200
	10	15			30	52	28		65	
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	120	0	150
			18	54			58	20		
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Цільова функція $F = 17331$.

Приймаємо потенціал $P_1 = 0$, встановлюємо інші потенціали за виразом $P_i + V_j = C_{ij}$ ($i = 1..m, j = 1..n$) по зайнятих осередках.

Знаходимо P_i, V_j :

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 0; \\
 V_1 &= C_{1,1} - P_1 = 12; \\
 V_2 &= C_{1,2} - P_1 = 25; \\
 V_5 &= C_{1,5} - P_1 = 20; \\
 V_6 &= C_{1,6} - P_1 = 53; \\
 V_7 &= C_{1,7} - P_1 = 90; \\
 V_9 &= C_{1,9} - P_1 = 0; \\
 P_2 &= C_{7,2} - V_7 = 25; \\
 V_3 &= C_{2,3} - P_2 = -13; \\
 V_4 &= C_{2,4} - P_2 = 6; \\
 V_8 &= C_{2,8} - P_2 = 95.
 \end{aligned}$$

Знаходимо оцінки для вільних осередків за виразом $S_{ij} = C_{ij} - (P_i + V_j)$:

$$\begin{aligned}
 S_{1,3} &= c_{1,3} - (P_1 + v_3) = 26. \\
 S_{1,4} &= c_{1,4} - (P_1 + v_4) = 26. \\
 S_{1,8} &= c_{1,8} - (P_1 + v_8) = 11. \\
 S_{2,1} &= c_{2,1} - (P_2 + v_1) = -18. \\
 S_{2,2} &= c_{2,2} - (P_2 + v_2) = -17. \\
 S_{2,5} &= c_{2,5} - (P_2 + v_5) = -4. \\
 S_{2,6} &= c_{2,6} - (P_2 + v_6) = -18. \\
 S_{2,9} &= c_{2,9} - (P_2 + v_9) = -25.
 \end{aligned}$$

Надалі будемо представляти дані оцінки для зручності у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Оцінки вільних осередків етапу 1

	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Г-1			26	26				11	
Г-2	-18	-17			-4	-18			-25

Неоптимальні оцінки (від’ємні значення) виділені.

Осередок (2,9) – найбільш потенціальний з оцінкою -25 та найменшим тарифом.

Для осередку (2,9) будуюмо цикл – таблиця 2.6.

Таблиця 2.6 – Цикл для осередку (2,9)

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спромож- ність по відправ- ленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25	13	32	20	53	+90	106	- 0	200
	10	15			30	52	28		65	
Г-2	19	33	12	31	41	60	-115	120	+ 0	150
			18	54			58	20		
Потре- ба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Переміщуємо за позначеним у таблиці циклом 58 пакетів газобетону, здійснюючі їх додавання у осередках зі знаком «+», та зменшуючи значення осередків зі знаком « - ».

Отримуємо план 1-го етапу, таблиця 2.7.

Таблиця 2.7 – План 1-го етапу

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	106	0	200
	10	15			30	52	86		7	
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	120	0	150
			18	54				20	58	
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Цільова функція має значення 15881, що на 1450 менше, ніж до виконання даного етапу оптимізації.

Проводимо етап 2, перераховуємо потенціали. Для зайнятих осередків маємо:

$$P_1 = 0;$$

$$V_1 = C_{1,1} - P_1 = 12;$$

$$V_2 = C_{1,2} - P_1 = 25;$$

$$V_5 = C_{1,5} - P_1 = 20;$$

$$V_6 = C_{1,6} - P_1 = 53;$$

$$V_7 = C_{1,7} - P_1 = 90;$$

$$V_9 = C_{1,9} - P_1 = 0;$$

$$P_2 = C_{9,2} - V_9 = 0;$$

$$V_3 = C_{2,3} - P_2 = 12;$$

$$V_4 = C_{2,4} - P_2 = 31;$$

$$V_8 = C_{2,8} - P_2 = 120.$$

Для вільних осередків значення оцінок наведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Оцінки вільних осередків етапу 2

	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Г-1			1	1				-14	
Г-2	7	8			21	7	25		

Осередок (1,8) – найбільш потенціальний з оцінкою -14 та найменшим тарифом. Для осередку (1,8) будуємо цикл – таблиця 2.9.

Таблиця 2.9 – Цикл для осередку (1,8)

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спромож- ність по відправ- ленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	+106	- 0	200
	10	15			30	52	86		7	
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	-120	+ 0	150
			18	54				20	58	
Потре- ба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Переміщуємо за позначеним у таблиці циклом 7 пакетів газобетону, здійснюючі їх додавання у осередках зі знаком «+», та зменшуючи значення осередків зі знаком « - ».

Отримуємо план 2-го етапу, таблиця 2.10.

Таблиця 2.10 – План 2-го етапу

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25	13	32	20	53	90	106	0	200
	10	15			30	52	86	7		
Г-2	19	33	12	31	41	60	115	120	0	150
			18	54				13	65	
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Цільова функція має значення 15783, що на 98 менше, ніж до виконання даного етапу оптимізації.

Проводимо етап 3, перераховуємо потенціали. Для зайнятих осередків маємо:

$$P_1 = 0;$$

$$V_1 = C_{1,1} - P_1 = 12;$$

$$V_2 = C_{1,2} - P_1 = 25;$$

$$V_5 = C_{1,5} - P_1 = 20;$$

$$V_6 = C_{1,6} - P_1 = 53;$$

$$V_7 = C_{1,7} - P_1 = 90;$$

$$V_8 = C_{1,8} - P_1 = 106;$$

$$P_2 = C_{8,2} - V_8 = 14;$$

$$V_3 = C_{2,3} - P_2 = -2;$$

$$V_4 = C_{2,4} - P_2 = 17;$$

$$V_9 = C_{2,9} - P_2 = -14.$$

Для вільних осередків значення оцінок наведені у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Оцінки вільних осередків етапу 3

	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Г-1			15	15					14
Г-2	-7	-6			7	-7	11		

Осередок (2,1) – найбільш потенціальний з оцінкою -7 та найменшим тарифом. Для осередку (2,1) будуємо цикл – таблиця 2.12.

Таблиця 2.12 – Цикл для осередку (2,1)

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спромож- ність по відправ- ленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	- 12	25	13	32	20	53	90	+106	0	200
	10	15			30	52	86	7		
Г-2	+19	33	12	31	41	60	115	-120	0	150
			18	54				13	65	
Потре- ба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Переміщуємо за позначеним у таблиці циклом 10 пакетів газобетону, здійснюючі їх додавання у осередках зі знаком «+», та зменшуючи значення осередків зі знаком « - ».

Отримуємо план 3-го етапу, таблиця 2.13.

Таблиця 2.13 – План 3-го етапу

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25 15	13	32	20 30	53 52	90 86	106 17	0	200
Г-2	19 10	33	12 18	31 54	41	60	115	120 3	0 65	150
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Цільова функція має значення 15713, що на 70 менше, ніж до виконання даного етапу оптимізації.

Проводимо етап 4, перераховуємо потенціали. Для зайнятих осередків маємо:

$$P_1 = 0;$$

$$V_2 = C_{1,2} - P_1 = 25;$$

$$V_5 = C_{1,5} - P_1 = 20;$$

$$V_6 = C_{1,6} - P_1 = 53;$$

$$V_7 = C_{1,7} - P_1 = 90;$$

$$V_8 = C_{1,8} - P_1 = 106;$$

$$P_2 = C_{8,2} - V_8 = 14;$$

$$V_1 = C_{2,1} - P_2 = 5;$$

$$V_3 = C_{2,3} - P_2 = -2;$$

$$V_4 = C_{2,4} - P_2 = 17;$$

$$V_9 = C_{2,9} - P_2 = -14.$$

Для вільних осередків значення оцінок наведені у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Оцінки вільних осередків етапу 4

	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Г-1	7		15	15					14
Г-2		-6			7	-7	11		

Осередок (2,6) – найбільш потенціальний з оцінкою -7 та найменшим тарифом. Для осередку (2,6) будуюмо цикл – таблиця 2.15.

Таблиця 2.15 – Цикл для осередку (2,6)

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25 15	13	32	20 30	-53 52	90 86	+106 17	0	200
Г-2	19 10	33	12 18	31 54	41	+60	115	-120 3	0 65	150
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Переміщуємо за позначеним у таблиці циклом 3 пакетів газобетону, здійснюючі їх додавання у осередках зі знаком «+», та зменшуючи значення осередків зі знаком « - ».

Отримуємо план 4-го етапу, таблиця 2.16.

Таблиця 2.16 – План 4-го етапу

Пункти відправл.	Пункти споживання									Спроможність по відправленню
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	
Г-1	12	25 15	13	32	20 30	53 49	90 86	106 20	0	200
Г-2	19 10	33	12 18	31 54	41	60 3	115	120	0 65	150
Потреба, т	10	15	18	54	30	52	86	20	65	350

Цільова функція має значення 15692, що на 21 менше, ніж до виконання даного етапу оптимізації.

Проводимо етап 5, перераховуємо потенціали. Для зайнятих осередків маємо:

$$P_1 = 0;$$

$$V_2 = C_{1,2} - P_1 = 25;$$

$$V_5 = C_{1,5} - P_1 = 20;$$

$$V_6 = C_{1,6} - P_1 = 53;$$

$$V_7 = C_{1,7} - P_1 = 90;$$

$$V_8 = C_{1,8} - P_1 = 106;$$

$$P_2 = C_{8,2} - V_8 = 7;$$

$$V_1 = C_{2,1} - P_2 = 12;$$

$$V_3 = C_{2,3} - P_2 = 5;$$

$$V_4 = C_{2,4} - P_2 = 24;$$

$$V_9 = C_{2,9} - P_2 = -7.$$

Для вільних осередків значення оцінок наведені у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Оцінки вільних осередків етапу 5

	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Г-1	0		8	8					7
Г-2		1			14		18	7	

Неоптимальні оцінки відсутні, тобто отримано оптимальний план.

Відповідно до отриманого плану – таблиця 2.16, постачання газобетону зі складу Г-1 потрібно здійснювати до пунктів:

- В-2 – 15 пакетів;
- В-5 – 30 пакетів;
- В-6 – 49 пакетів;
- В-7 – 86 пакетів;
- В-8 – 20 пакетів;

зі складу Г-2 – до пунктів:

- В-1 – 10 пакетів;
- В-3 – 18 пакетів;
- В-4 – 54 пакети;

- В-6 – 3 пакети.

Надалі необхідно врахувати особливості рухомого складу та необхідність раціонального використання його вантажопідйомності.

2.2 Нормування часу виконання доставки газобетону та руху за маршрутами варіанту №1

Одним з критерієм, що визначає час виконання вантажопереробки газобетону є час руху. Вихідні дані для цього беремо з табл. 2.1. Середню швидкість руху автомобіля вантажопідйомністю 22тонни приймаємо 50 км/год. Отримані результати зводимо в таблицю 2.18.

Таблиця 2.18 – Час доставки газобетону між складами та селищами-одержувачами, год.

Склади з газобетоном	Селища-одержувачі							
	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8
Г-1	0,24	0,5	0,26	0,64	0,4	1,06	1,8	2,12
Г-2	0,38	0,66	0,24	0,62	0,82	1,2	2,3	2,4

Час виконання навантаження та розвантаження пакетів приймаємо 0,5 годин.

За результатами розв'язання транспортної задачі за проєктним варіантом №1 отримали дев'ять маятникових маршрутів.

Спочатку необхідно визначити час на виконання одної їздки за кожним маршрутом. Час виконання їздки складається з наступних елементів:

- час руху автомобіля;
- час, який витрачається на нульові пробіги;
- час, який витрачається на вантажопереробку (навантаження, розвантаження, очікування, оформлення перевізної документації) [8;9;10].

Маршрут №1 Г1 – В2 – Г1:

$$H = 0,2 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 2,2 \text{ год.}$$

Маршрут №2 Г1 – В5 – Г1:

$$H = 0,2 + 0,5 + 0,4 + 0,5 + 0,4 = 2 \text{ год.}$$

Маршрут №3 Г1 – В6 – Г1:

$$H = 0,2 + 0,5 + 1,06 + 0,5 + 1,06 = 3,86.$$

Маршрут №4 Г1 – В7 – Г1:

$$H = 0,2 + 0,5 + 1,8 + 0,5 + 1,8 = 4,8 \text{ год.}$$

Маршрут №5 Г1 – В8 – Г1:

$$H = 0,2 + 0,5 + 2,12 + 0,5 + 2,12 = 5,44 \text{ год.}$$

Маршрут №6 Г2 – В1 – Г2:

$$H = 0,2 + 0,5 + 0,38 + 0,5 + 0,38 = 1,96 \text{ год.}$$

Маршрут №7 Г2 – В3 – Г2

Маршрут №8 Г2 – В4 – Г2:

$$H = 0,2 + 0,5 + 0,62 + 0,5 + 0,62 = 2,44 \text{ год.}$$

Маршрут №9 Г2 – В6 – Г2:

$$H = 0,2 + 0,5 + 1,2 + 0,5 + 1,2 = 3,6 \text{ год.}$$

2.3 Розрахунок їздок по маршрутах першого варіанту

Кількість їздок визначається виходячи з максимально можливого завантаження автомобіля пакетами. В магістерській роботі пропонується для перевезення газобетону задіяти автомобілі вантажопідйомністю 22т.

Згідно технічної характеристики транспортних засобів та параметрів кузовів автомобілів, один автомобіль вміщує 22 пакети.

Визначаємо потрібну кількість їздок для кожного маршруту варіанту №1 за формулою [10]:

$$E = Q / (q \cdot K_v), \quad (2.1)$$

де: Q – кількість вантажу (пакетів газобетону), од;

q – місткість автомобілів (пакетів газобетону), од;

K_v – коефіцієнт використання вантажопідйомності (приймаємо 1).

Для маршруту №1:

$$E(1) = 15 / 22 = 1 \text{ їздка.}$$

Для маршруту №2:

$$E(2) = 30 / 22 = 2 \text{ їздки.}$$

Для маршруту №3:

$$E(3) = 49 / 22 = 2,2 = 3 \text{ їздки.}$$

Для маршруту №4:

$$E(4) = 86 / 22 = 3,9 = 4 \text{ їздки.}$$

Для маршруту №5:

$$E(5) = 20 / 22 = 1 \text{ їздка.}$$

Для маршруту №6:

$$E(6) = 10 / 22 = 1 \text{ їздка.}$$

Для маршруту №7:

$$E(7) = 18 / 22 = 1 \text{ їздка.}$$

Для маршруту №8:

$$E(8) = 54 / 22 = 2,5 = 3 \text{ їздки.}$$

Для маршруту №9:

$$E(9) = 3 / 22 = 1 \text{ їздка.}$$

Як видно з розрахунків, на деяких маршрутах автомобіль не завантажується в повному обсязі, тому для покращення ситуації в роботі пропонується розробити маршрути доставки газобетону, шляхом об'єднання їх у розвізні.

Критерієм оптимізації виступають їздки, які не повністю завантажені газобетоном та відстань перевезень (напрямок розташування) між пунктами-одержувачами.

2.4 Складання проєктних маршрутів (варіант №2) доставки газобетону

Для розробки маршрутів необхідно враховувати наступні фактори:

- пункти-одержувачі повинні бути закріплені за одним вантажовідправником;
- пункти, які об'єднуються в розвізний маршрут, повинні бути розміщені в одному напрямку, щоб не створювати додаткові порожні пробіги автомобілів;
- групуються тільки ті маршрути, на яких автомобілі не завантажуються повністю газобетоном.

Враховуючи перелічені фактори, маршрути проєктного рішення матимуть наступний вигляд:

Маршрут №1: Г1 – В2 – В5 – Г1

2 їздки:

Г1– (10пак.) В2 – (12пак.) В5 – Г1 1 їздка;

Г1– (5пак.) В2 – (18пак.) В5 – Г1 1 їздка.

Маршрут №2: Г1 – В6 – Г1:

Г1 – (49пак.) В6 – Г1 - 3 їздки.

Маршрут №3: Г1 – В7 – Г1:

Г1 – (86пак.)В7 – Г1 - 4 їздки.

Маршрут №4 Г1 – В8 – Г1

Г1 – (20пак.) В8 – Г1 – 1 їздка.

Маршрут №5: Г2 – В1 – В3 – Г2

Г2 – (10 пак.)В1 – (12пак.)В3 – Г2 – 1 їздка;

Г2 – (7пак.) В3 – Г2 – 1 їздка.

Маршрут №6: Г2 – В4 – В6 – Г2

Г2 – (19 пак.)В4 – (3пак.)В6 – Г2 – 1 їздка;

Г2 – (22 пак.) В4 – Г2 – 1 їздка;

Г2 – (13 пак.)В4 – Г2 – 1 їздка.

Таким чином, кількість маршрутів зменшилося з дев'яти до шести, а також покращився відсоток завантаження транспортних засобів газобетоном.

2.5 Визначення загального пробігу за першим варіантом

При розрахунках загального пробігу автотранспортних засобів враховується, що всі данні вказані за тиждень. Тому для визначення річного пробігу необхідно помножити отриману величину на 52 – кількість тижнів у 2024 році.

Для визначення пробігу по маршрутах першого варіанту використовуємо дані з табл. 2.1.

Маршрут №1 Г1 – В2 – Г1:

$$L(1) = 12 + 25 + 25 = 62 \text{ км.}$$

Маршрут №2 Г1 – В5 – Г1:

$$L(2) = 12 + 20 + 20 = 52 \text{ км.}$$

Маршрут №3 Г1 – В6 – Г1:

$$L(3) = 12 + 53 + 53 = 118 \text{ км.}$$

Маршрут №4 Г1 – В7 – Г1:

$$L(4) = 12 + 90 + 90 = 192 \text{ км.}$$

Маршрут №5 Г1 – В8 – Г1:

$$L(5) = 12 + 106 + 106 = 224 \text{ км.}$$

Маршрут №6 Г2 – В1 – Г2:

$$L(6) = 12 + 19 + 19 = 50 \text{ км.}$$

Маршрут №7 Г2 – В3 – Г2

$$L(7) = 12 + 12 + 12 = 36 \text{ км.}$$

Маршрут №8 Г2 – В4 – Г2:

$$L(8) = 12 + 31 + 31 = 74 \text{ км.}$$

Маршрут №9 Г2 – В6 – Г2:

$$L(9) = 12 + 60 + 60 = 132 \text{ км.}$$

Визначаємо тижневий пробіг з урахуванням потрібної кількості їздок.

Маршрут №1 Г1 – В2 – Г1 (1 їздка):

$$L(1) = (12 + 25 + 25) \cdot 1 = 62 \text{ км.}$$

Маршрут №2 Г1 – В5 – Г1 (2 їздки):

$$L(2) = (12 + 20 + 20) \cdot 2 = 104 \text{ км.}$$

Маршрут №3 Г1 – В6 – Г1 (3 їздки):

$$L(3) = (12 + 53 + 53) \cdot 3 = 354 \text{ км.}$$

Маршрут №4 Г1 – В7 – Г1 (4 їздки):

$$L(4) = (12 + 90 + 90) \cdot 4 = 768 \text{ км.}$$

Маршрут №5 Г1 – В8 – Г1 (1 їздка):

$$L(5) = (12 + 106 + 106) \cdot 1 = 124 \text{ км.}$$

Маршрут №6 Г2 – В1 – Г2 (1 їздка):

$$L(6) = (12 + 19 + 19) \cdot 1 = 50 \text{ км.}$$

Маршрут №7 Г2 – В3 – Г2 (1 їздка)

$$L(7) = (12 + 12 + 12) \cdot 1 = 36 \text{ км.}$$

Маршрут №8 Г2 – В4 – Г2 (3 їздки):

$$L(8) = (12 + 31 + 31) \cdot 3 = 222 \text{ км.}$$

Маршрут №9 Г2 – В6 – Г2 (1 їздка):

$$L(9) = (12 + 60 + 60) \cdot 1 = 132 \text{ км.}$$

Пробіг за тиждень складає:

$$L(\text{тиждень}) = 62 + 104 + 354 + 768 + 124 + 50 + 36 + 222 + 132 = 1852 \text{ км.}$$

Пробіг за рік по першому проектному варіанту:

$$L(\text{рік}) = 1852 \cdot 52 = 96304 \text{ км.}$$

2.6 Визначення загального пробігу за другим варіантом

Для визначення пробігу автомобіля за другим варіантом необхідно враховувати відстань між пунктами, які були об'єднані в розвізні маршрути та кількість їздок, які виконані по кожному маршруту [8;9;10].

Маршрут №1: Г1 – В2 – В5 – Г1 (2 їздки):

$$L(1) = (12 + 25 + 5 + 20) \cdot 2 = 124 \text{ км.}$$

Маршрут №2: Г1 – В6 – Г1:(3 їздки):

$$L(2) = (12 + 53 + 53) \cdot 3 = 354 \text{ км.}$$

Маршрут №3: Г1 – В7 – Г1 (4 їздки):

$$L(3) = (12 + 90 + 90) \cdot 4 = 768 \text{ км.}$$

Маршрут №4 Г1 – В8 – Г1 (1 їздка):

$$L(4) = 12 + 106 + 106 = 124 \text{ км.}$$

Маршрут №5: Г2 – В1 – В3 – Г2

Г2 – В1 – В3 – Г2 – 1 їздка:

$$L(5.1) = 12 + 19 + 6 + 12 = 49 \text{ км.}$$

Г2 – В3 – Г2 – 1 їздка:

$$L(5.2) = 12 + 12 + 12 = 36 \text{ км.}$$

Маршрут №6: Г2 – В4 – В6 – Г2

Г2 – В4 – В6 – Г2 – 1 їздка:

$$L(6.1) = 12 + 31 + 30 + 60 = 133 \text{ км.}$$

Г2 – В4 – Г2 – 2 їздки:

$$L(6.2) = (12 + 31 + 31) \cdot 2 = 148 \text{ км.}$$

Пробіг автомобілів за тиждень складає:

$$L(\text{тиждень}) = 124 + 354 + 768 + 124 + 49 + 36 + 133 + 148 = 1736 \text{ км.}$$

Пробіг автомобілів за рік:

$$L(\text{рік}) = 1736 \cdot 52 = 90272 \text{ км.}$$

2.7 Визначення кількості рухомого складу для доставки газобетону за варіантами

При визначенні кількості автомобілів для перевезення газобетону необхідно враховувати:

- час знаходження на маршруті;
- вантажопідйомність автотранспорту (22 т);
- тривалість зміни (середня – 8 годин);
- час на відпочинок та перерву в роботі водіїв;
- кількість пунктів-відправників газобетону (2 відправника);
- періодичність поставок газобетону (один раз на тиждень).

Визначаємо потрібну кількість автомобілів:

$$A = T / T_{\text{тижд.}}, \quad (2.2)$$

де: T – сумарний час виконання транспортної роботи на маршрутах протягом тижня;

$T_{\text{тижд.}}$ – кількість годин роботи водія протягом тижня (40 годин за трудовим законодавством).

$$A (1\text{вар}) = 55,57/40 = 1,4 \text{ авт.} = 2 \text{ автомобіля};$$

$$A (2\text{вар}) = 50,3 /40 = 1,3 \text{ авт.} = 2 \text{ автомобіля}.$$

Враховуючи перелічені фактори, на маршрутах за першим та за другим варіантом достатньо мати два автомобілі, які вміщують 22 пакети з газобетоном. Водії будуть працювати п'ять днів на тиждень по вісім годин.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В магістерській роботі пропонується два варіанти доставки газобетону. Відправниками є підприємства «Торус-буд» та «Забудовник». Вони доставляють газобетон автомобілями, місткістю 22 вантажних місць за маршрутами, які розроблені в основній частині роботи.

Одержувачами газобетонної продукції є вісім селищ та міст Запорізької області. Періодичність доставки планується один раз на тиждень.

3.1 Економічні розрахунки доставки газобетону за варіантом №1

Визначаємо собівартість перевезень продукції з газобетону за наступною методикою.

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [11]:

$$Z_{екс}^{np} = Z_з^{np} + Z_с^{np} + Z_н^{np} + Z_{авт}^{np} + A_1 - Z_к^{np}, \quad (3.1)$$

де: $Z_з^{np}$ - заробітна плата грн;

$Z_с^{np}$ - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_н^{np}$ - накладні витрати, грн;

$Z_{авт}^{np}$ - витрати на перевезення газобетону автомобілями 22 тонни, грн;

A_1 – амортизаційні відрахування, грн.

Вихідні дані для визначення заробітної плати представлені в таблиці

3.1

Таблиця 3.1 – Значення, які необхідні для визначення заробітної плати водіїв

Показник	Значення (розшифровка) показника
N	Кількість водіїв, задіяних в перевезеннях приймаємо 2 та 1 водія, що передбачено режимом роботи водіїв в заданих умовах перевезень
$k_{\text{пр}}$	Коефіцієнт, який враховує витрати на премію водіїв автомобілів, $k_{\text{пр}} = 1,3$
$C_{\text{год}}$	Годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейду працівника), грн/год., приймаємо 56,24 грн./год.
Φ_p	Фонд робочого часу протягом року, за даними розрахунку складає $\Phi_p = 2080$ годин
7/6	Коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00)
$k_{\text{кл}}$	Коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається в роботі середній показник $k_{\text{кл}} = 0,1$
$k_{\text{шк}}$	коефіцієнт, який враховує доплату за працю у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{\text{шк}} = 0,14$; для вантажників $k_{\text{шк}} = 0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{\text{шк}} = 0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{\text{шк}} = 0,04$.
$\Phi_{\text{св}}$	Час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі. $\Phi_{\text{св}} = 0$ год., оскільки робота в святкові дні не передбачається.

Зарплата водіям автомобілів нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [11]:

$$Z_{\epsilon}^{np} = N \cdot k_{np} \cdot C_{\text{год}} [\Phi_p (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.2)$$

Для першого варіанту

$$Z_{\epsilon}^{np} = 2 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [2080(7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 415666 \text{ грн.}$$

Єдиний внесок на соціальне страхування приймається 22 %:

$$Z_c^{np} (\text{вар. 1}) = 0,22 \cdot 415666 = 91447 \text{ грн.}$$

Накладні витрати становлять 34% від заробітної плати водіїв [11]:

$$Z_n^{np} = Z_z^{np} \cdot 0,34 \quad (3.3)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_n^{np} (\text{вар. 2}) = 0,34 \cdot 415666 = 141326 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом формулою [11]:

$$Z_{\text{авт}}^{np} = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{рем}} + Z_{\text{ш}}, \quad (3.4)$$

де $Z_{\text{зп}}$ – витрати на паливо, грн;
 $Z_{\text{рем}}$ – витрати на ремонт, грн;
 $Z_{\text{ш}}$ – витрати на заміну шин, грн.

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативними даними витрат палива на 100 км [11].

Потреба в паливі за рік складає [11]:

$$P_{\Pi} = \cdot L_{\text{річ}(1)} / 100, \text{ л} \quad (3.5)$$

де: N_{PM} – на маршрутах працюють два автомобілі, місткістю 22 вантажні місця

n - витрата палива, л. на 100 км. Приймаємо для автомобілів вантажопідйомністю 22 т; $n = 36$ л/100 км,

$L_{\text{річ}(1)}$ - річний пробіг двох автомобілів за першим варіантом становить:

$$L_{\text{річ}}(\text{вар.1}) = 96304 \text{ км.}$$

Розраховуємо витрати за формулою (3.5):

$$P_{\Pi}(\text{вар. 1}) = 36 \cdot 96304 / 100 = 34669,44 = 34670 \text{ літрів.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [13]:

$$З_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot Ц_{\Pi}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

де $Ц_n$ – ціна літра дизельного палива, на момент розрахунку роботи у 2023-2024 році $Ц_n = 57,5$ грн/літр.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$З_{\Pi}(\text{баз.вар.}) = 34670 \cdot 57,5 = 1993525 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо складається з наступних статей витрат [11]:

- на гаражні потреби звичайно приймають 7% (від загальної вартості палива):

$$З_{гн}(вар.1) = 1993525 \cdot 0,07 = 139547 \text{ грн};$$

- витрати на мастильні матеріали (ВММ) складають 30% від розрахованої вартості палива:

$$З_{мм}(вар.1) = 1993525 \cdot 0,3 = 598058 \text{ грн};$$

- витрати на експлуатаційні матеріали - 1% (від загальної вартості палива):

$$З_{ем}(баз.вар.) = 1993525 \cdot 0,01 = 19935 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$З_{зп}(вар.1) = 1993525 + 139547 + 598058 + 19935 = 2751065 \text{ грн.};$$

Витрати, передбачені для ремонту автомобілів [11]:

$$З_{рем} = P_{п} \cdot 1,8, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$З_{рем}(вар.) = 34670 \cdot 1,8 = 62406 \text{ грн.}$$

Витрати на заміну шин [11]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.8)$$

де: $K_{ш}$ - число замін шин (комплектів);

$L_{річ}$ - річний пробіг автомобілів, км; $L_{річ}(вар1.) = 96304$ км;

$L_{норм}$ - пробіг транспортного засобу до заміни комплекту шин становить: $L_{норм} = 60000$ км.

За формулою (3.8) необхідно:

$$K_{ш}(вар1.) = 96304 / 60000 = 1,6 \text{ комплектів на рік.}$$

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [11]:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.9)$$

де $Ц_{к}$ - вартість одного комплекту шин. $Ц_{к} = 78000$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$З_{ш}(вар1.) = 78000 \cdot 1,6 = 124800 \text{ грн.}$$

Визначаємо результати розрахунків витрат:

$$З_{авт}^{np}(вар1.) = 2751065 + 62406 + 124800 = 2938271 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань складає 40% на рік:

$$A_{авт}(вар.1) = 820000 \cdot 2 \cdot 0,4 = 656000 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні витрати при використанні двох автомобілів, складають:

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np}(вар.1) &= 415666 + 91447 + 141326 + 2938271 + 656000 = \\ &= 4242710 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Економічні розрахунки доставки газобетону за варіантом №2

Аналогічно, за методикою п.3.1 визначаємо річні витрати за другим варіантом.

Результати розрахунків, заносимо в таблицю 3.2 і шляхом порівняння отриманих показників, визначаємо найкращий варіант доставки газобетону в пункти одержувачі.

Для варіанту №2 задіяні два автомобілі.

Витрати на заробітну плату:

$$Z_{с}^{np}(вар.2) = 2 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [2080(7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 415666 \text{ грн.}$$

Єдиний внесок на соціальне страхування - 22 %:

$$Z_{с}^{np}(вар.2) = 0,22 \cdot 415666 = 91447 \text{ грн.}$$

Накладні витрати - 34% [11]:

$$З_n^{np} = З_3^{np} \cdot 0,34 \quad (3.10)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$З_n^{np}(\text{вар.2}) = 0,34 \cdot 415666 = 141326 \text{ грн.}$$

Потреба в паливі за рік буде складати [11]:

$$P_{\Pi} = n \cdot L_{\text{річ}} / 100, \text{ л} \quad (3.11)$$

де: n - витрата палива, л. на 100 км: $n = 36 \text{ л/100 км}$;

$L_{\text{річ}}(2)$ - річний пробіг автомобілів для двох автомобілів становить:

$$L_{\text{річ}}(\text{вар.2}) = 90272 \text{ км.}$$

Розраховуємо витрати за формулою (3.11):

$$P_{\Pi}(\text{вар.2}) = 36 \cdot 90272 / 100 = 32498 \text{ літрів.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [11]:

$$З_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot Ц_{\Pi}, \text{ грн.} \quad (3.12)$$

де: $Ц_n = 57,5 \text{ грн/літр.}$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.12):

$$З_{\Pi}(\text{вар.2}) = 32498 \cdot 57,5 = 1868635 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо складаються з наступних витрат [11]:

- на гаражні потреби:

$$З_{\text{гп}}(\text{вар.2}) = 1868635 \cdot 0,07 = 130805 \text{ грн.};$$

- витрати на мастильні матеріали (ВММ):

$$З_{\text{мм}}(\text{вар.2}) = 1868635 \cdot 0,3 = 560591 \text{ грн.};$$

- витрати на експлуатаційні матеріали:

$$З_{\text{ем}}(\text{вар.2}) = 1868635 \cdot 0,01 = 18686 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$З_{\Pi}(\text{вар.2}) = 1868635 + 130805 + 560591 + 18686 = 2578717 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автотранспорту визначається за наступною формулою [11]:

$$З_{\text{рем}} = P_{\Pi} \cdot 1,8, \quad (3.13)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.13):

$$З_{\text{рем}}(\text{вар.2}) = 32498 \cdot 1,8 = 58496 \text{ грн.}$$

Витрати на заміну шин знаходимо згідно виразу [11]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.14)$$

де: $K_{ш}$ - число замін комплектів шин;

$L_{річ}(вар.2)$ - річний пробіг двох автомобілів, км;

$L_{річ}(вар.2) = 90272$ км;

$L_{норм}$ - пробіг автомобілів до заміни шин.

$L_{норм} = 60000$ км.

За формулою (3.14) необхідно:

$$K_{ш}(вар.2) = 90272 / 60000 = 1,5 \text{ комплектів /рік.}$$

Річні витрати на шини [11]:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.15)$$

де: $Ц_{к}$ - вартість комплекту шин. $Ц_{к} = 78000$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.15):

$$З_{ш}(вар.2) = 78000 \cdot 1,5 = 117000 \text{ грн.}$$

Підсумовуємо отримані в результаті розрахунків значення:

$$З_{авт}^{np}(вар.2) = 2578717 + 58496 + 117000 = 2754213 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань становить 40% на рік (від залишкової вартості автомобіля):

$$A_{авт}(вар.2) = 820000 \cdot 2 \cdot 0,4 = 656000 \text{ грн.}$$

Загальні витрати (варіант 2), розраховані за формулою (3.1), становлять:

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np}(вар.2) &= 415666 + 91447 + 141326 + 2754213 + 656000 = \\ &= 4058652 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Економія річних експлуатаційних витрат розраховується за формулою:

$$E_{екс} = Z_{екс}^б - Z_{екс}^{np} \quad (3.16)$$

$$E_{екс} = 4242710 - 4058652 = 184058 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.2 - Техніко-економічні розрахунки магістерської роботи

№ з/п	Показники	Варіант 1	Варіант 2
1	2	3	4
1	Капітальні витрати, грн.	-	-
2	Витрати на заробітну плату, грн.	415666	415666
3	Відрахування на соціальне страхування, грн.	91447	91447
4	Накладні витрати, грн.	141326	141326

Кінець таблиці 3.2

1	2	3	4
5	Амортизаційні відрахування, грн.	656000	656000
6	Витрати на перевезення автотранспортом, грн.	2938271	2754213
7	Річні експлуатаційні витрати, грн.	4242710	4058652
8	Економія експлуатаційних витрат, грн./рік	-	184058

Згідно розрахунків річні витрати при використанні проєктного варіанту №2 є меншими на 184 058 грн, тому його впровадження є доцільнішим.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі з охорони праці проєкту «Організація доставки будівельних матеріалів до селищ Запорізького та Пологівського районів при післявоєнному відновленні» детально розглянуто аспекти організації вантажопереробки та доставки будівельних матеріалів. Аналіз потенційних небезпек, які можуть впливати на дослідників та робітників під час доставки продукції, проведено, і викладено заходи їх усунення.

У процесі пакування будівельних сумішей за допомогою дозатор-фасувальної машини використовуються спеціальні клапанні мішки, які ефективно захищають вміст від вологи. Готова продукція формується в палети і відправляється на склади.

У зв'язку з цим, особлива увага приділяється розгляду небезпек при вантажних переробках будівельних матеріалів, детально описаних в Додатку А.

У Додатку В розроблені заходи щодо усунення загальних небезпек і небезпек виробничої санітарії та гігієни праці.

Додаток В включає розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, з урахуванням напруженості праці, які були заміряні в лабораторії дослідника.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі були проаналізовані можливі варіанти доставки газобетону в період післявоєнного відновлення селищ Запорізького та Пологівського районів Запорізької області.

В роботі були вирішені наступні задачі:

1) вибрані пункти доставки газобетону, які мають найвигідніше географічне розташування («Торус-буд» та «Забудовник»);

2) методом потенціалів (рішення транспортної задачі) були закріплені одержувачі за постачальниками газобетону («Торус-буд» - Комишуваха, Новояковлівка, Оріхів, Пологи; «Забудовник» - Новоалександрівка, Григорівка (Веселянка), Степногірськ, Оріхів). М. Оріхів отримує газобетон від двох постачальників;

3) розроблені маршрути за двома варіантами (за першим варіантом всі маршрути маятникові, всього дев'ять маршрутів, за другим маятникові та розвізні - шість маршрутів); маршрути були розроблені з урахуванням максимального завантаження транспортного засобу та мінімізації пробігу автомобілів;

4) розрахована потрібна кількість їздок по кожному маршруту враховуючи максимальне завантаження автомобілів (22 вантажне місце);

5) визначений час доставки по кожному маршруту, враховуючи час виконання вантажних операцій;

6) розрахована потрібна кількість автомобілів для доставки газобетону;

7) визначені річні експлуатаційні витрати по двом варіантам та вибраний раціональний за критерієм мінімальних витрат.

Таким, чином в магістерській роботі другий варіант є найбільш вигідним. При однаковій кількості автомобілів (2 одиниці), які задіяні в роботі, зменшується річний пробіг (з 96304 км до 90272 км), покращується

(підвищується) коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобілів (тобто транспорт використовується більш ефективно бо автомобілі повністю завантажуються), зменшується сумарний час виконання транспортної роботи.

Ефективність другого варіанту обґрунтовують економічні розрахунки. Річні витрати першого варіанту складають 4 242 710 грн за рік, а другого – 4 058 652 грн.

Ефективність від застосування варіанту №2 складає 184 058 грн за рік.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сайт Запорізької обласної державної адміністрації. URL : <https://www.zoda.gov.ua/news/51259/yaki-gromadi-vhodyat-u-5-novoutvorenih-rayoniv-oblasti.html> (дата звернення 15.09.2023).
2. Карта руйнувань та відновлення. URL : <https://reukraine.shtab.net/> (дата звернення 15.09.2023).
3. Торус. URL : <https://ua.torus-stroi.ua/>
4. Забудовник. URL : <https://guide.in.ua/business/296398/%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%89%D0%B8%D0%BA-%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B5> (дата звернення 16.09.2023).
5. Технологія виготовлення автоклавного газобетону. URL : <https://gazobeton.org/uk/technology> (дата звернення 16.09.2023).
6. ДСТУ Б В.2.7-137:2008 URL : https://khsn.com.ua/images/sertificates/gazobeton/dstu_gazobeton.pdf (дата звернення 15.09.2023).
7. Кузькін О.Ф. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем [Текст] : навчальний посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лащених, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
8. Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)// Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, - 2019.- 100 с.
9. Методичні вказівки до курсового проєктування з дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» денної та заочної

форм навчання / Укл. Г.Ф. Бабушкін, Г.О. Лебідь, Т.В. Кальченко. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021 - 47 с.

10. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.

11. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.

12. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС. 2018. – 44 с.

13. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30].

К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила).

Додаток А

Аналіз потенційних небезпек

- при перевезенні вантажу до споживачів в Запорізькому та Пологівському районів, можливі відбутися дорожньо - транспортні пригоди (ДТП). Це може відбутися з-за не справного автомобіля, не виконання водієм правил дорожнього руху, не адекватної поведінки водія;

- зі складу йде навантаження будівельних матеріалів електрокарами на автомобілі. На майданчиках для завантаження паллет, може відбутися падіння вантажу з-за різних висот пандуса та рівня кузова автомобіля. Це може призвести до травмування як робітників так і дослідника;

- при подачі автомобіля до пандусу для навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;

- перекидання та падіння вантажу з навантажувачів з-за невірного розташування вантажу на вилах, пошкодження мішків вантажу, що призведе до розсипання суміші. Суха суміш, при потраплянні в легені людини, буде впливати на його стан.

- при не задовільненому освітленні на складі, можливо порушення технологічного процесу навантаження, що призведе до обрушення й травмування робітників;

- під час пересування електрокарів, з-за малого простору складу, можливі наїзди на робітників;

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

- зібрані статистичні данні, обробляються на комп'ютері. Можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення від норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці;

Додаток Б

Заходи по забезпеченню безпеки

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

На майданчиках для навантаження вантажу, що зберігаються на складах, повинні бути облаштовані платформи, естакади, рампи висотою, що дорівнює висоті підлоги кузова автомобіля або платформи відповідно ДБН А.5.2-2-2008 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Для запобігання наїздів на робітників, необхідно щоб електрокари їздили тільки по розміченому шляху. Повинні бути визначені переходи для робітників цеху, встановлена швидкість пересування транспорту на складі – не біль 10 км/год.

Для попередження падіння вантажу з навантажувача, необхідно паллети розміщувати по центру вил, витримувати центр ваги, не перевантажувати вантажник. Слідкувати за упаковкою вантажу на предмет пошкодження упаковки. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання дорожньо-транспортних пригод перед виїздом водій повинен пройти інструктаж, де його ознайомлять з маршрутом пересування, особливостями руху на цьому маршруті, нагадують правила дорожнього руху. Автомобіль повинен пройти технічний огляд з відміткою в шляховому листі головним механіком. Перед виїздом водій повинен пройти медичний огляд з відміткою в листі доктора. НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

При навантаженні вантажу, на складах необхідно забезпечити нормативне освітлення. Передбачається, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення», застосування ламп типу ДРЛ-400, які мають високу світлову віддачу, тривалий термін служби та стійкість до коливань мережевої напруги, міцністю 80 кВт. Висота підвісу буде більш 6 м. Робоча освітленість становить 50 лк.

При розсипу суміші та для запобігання потрапляння пилу будівельного до легенів вантажників, необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До яких відноситься респіратор Пелюсток. ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Додаток В

При обробці статистичних даних на комп'ютері, можливе виникнення напруженості праці та інші шкідливі фактори санітарно-гігієнічного характеру такі як вплив недостатньої освітленості, підвищений шум, мікроклімат не відповідає нормативам та інше.

У відповідності до вихідних даних, які були попередньо заміряні в приміщенні, де є комп'ютер, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно методичних вказівок [12] з додатків, за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 *Вт* та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [12], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт Б-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{дон}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,5	9	23,5-26,4	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	200	10	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	95	5	80	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, Bm	190	7	290	0,57	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	63000	7	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	81	7	75	0,95		
Тривалість робочого дня, $год.$	10	10	8	0,23		

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

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [12]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 9}{9} = 3$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{190 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,57;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{81 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,95;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,23;$$

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [12] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 200$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [12] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 95$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [12] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [12]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,57 + 1,38 + 0,95 + 0,23 = 3,13$$

З таблиці 7.3 [12] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

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

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [12]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [12]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 1,25 + 3 = 8,25.$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [12]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

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

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

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-23,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочий зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

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

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціювання приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

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