

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

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

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

_____ А. І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«РОЗРОБКА СХЕМИ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ В МЕЖАХ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконала: студентка групи Т21-1
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)
Рижко Марія Андріївна

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Разгонов Сергій Адамович

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук
Музикн М.І.

Дніпро
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ**

Факультет	<u>інноваційних технологій</u>
Кафедра	<u>транспортних технологій та міжнародної логістики</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>
Спеціальність	<u>275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)</u>
Освітня програма	<u>Транспортні технології (на автомобільному транспорті)</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Кандидат технічних наук, доцент
кафедри транспортних технологій та
міжнародної логістики

/С. А. Разгонов/
„05” грудня 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
здобувачу вищої освіти**

Рижко Марія Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка схеми доставки цементу в межах
дніпропетровської області.

Керівник роботи: Разгонов Сергій Адамович, кандидат технічних наук,
доцент.

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

затверджені наказом по УМСФ від “12” травня 2025 року № 340кс.

2. Строк подання здобувачем роботи на кафедру «03» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра:

3.1 Статистичні дані ринку цементу в Україні, розглянуті основних
виробників.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, потрібних для
опрацювання):

4.1 Виконати аналіз технологічних схем і систем доставки та складування цементу. Надати опис технологічних схем та висвітлити переваги кожної із них у конкретній сфері використання.

4.2 Розробити схему доставки цементу в межах дніпропетровської області. Висвітлити аспекти доставки цементу в межах регіону. Здійснити вибір вантажу та автомобільного транспорту для перевезення.

4.3 Розв'язати задачу визначення оптимального маршруту доставки цементу автомобільним транспортом у дніпропетровському регіоні методом комівояжера.

4.4 Узагальнити результати та зробити висновки.

5. Перелік графічних матеріалів:

1 Аналіз статистичних даних ринку цементу в Україні.

2 Аналіз технологічних схем і систем доставки та складування цементу.

3 Схеми доставки цементу в межах дніпропетровської області

4 Оптимізація маршрутів доставки

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач освіти

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

М.А.Рижко

(прізвище та ініціали)

С.А.Разгонов

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Рижко М.А. «Розробка схеми доставки цементу в межах дніпропетровської області».

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

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розв'язанню складної задачі з оптимізації маршруту доставки цементу в межах дніпропетровської області методом комівояжера. В роботі проаналізовано стан сучасного ринку цементу в Україні. Також проаналізовані технологічні схеми і комплексні системи доставки та складування цементу. Обрано оптимальний маршрут доставки в межах регіону.

THE SUMMARY

Ryzhko M.A. "Development of a cement delivery scheme within the Dnipropetrovsk region."

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

The bachelor's qualification work is devoted to solving a complex problem of optimizing the cement delivery route within the Dnipropetrovsk region using the traveling salesman method. The work analyzes the state of the modern cement market in Ukraine. Technological schemes and complex cement delivery and storage systems are also analyzed. The optimal delivery route within the region is selected.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАТИЧНИХ ДАНИХ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ В УКРАЇНІ ЗА 2020 – 2024 РОКИ	9
1.1 Аналіз статичних даних	9
1.2 Аналіз структури ринку виробників цементу в Україні	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ І КОМПЛЕКСНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ТА СКЛАДУВАННЯ ЦЕМЕНТУ	18
2.1 Постановка завдання	18
2.2 Аналіз технологічних схем доставки цементу	18
2.3 Аналіз технологічних схем зберігання цементу	21
3. РОЗРОБКА СХЕМИ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ В МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	31
3.1 Аспекти доставки цементу в межах регіону	31
3.2 Вибір вантажу та його транспортна характеристика	32
3.3 Вибір транспортного засобу для перевезення	34
3.4 Аналіз схем доставки цементу в межах регіону	38
4 РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ РЕГІОНІ МЕТОДОМ КОМІВОЯЖЕРА	40
4.1 Постановка задачі розробки маршруту методом комівояжера	40
4.2 Розв’язання задачі методом гілок та меж	42
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57
Додаток А ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ	60

					КРБ 275 18 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Рижко М.А.				Розробка схеми доставки цементу в межах дніпропетровської області	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Разганаєв С.А.						6	64
Реценз.	Музикін М.І.					УМСФ, ГР. Т21-1		
Н. контр.	Разганаєв С.А.							
Затверд.	Кузьменко А.І.							

ВСТУП

Умови воєнного стану створюють величезні виклики для роботи та розвитку мережі постачання торговельних підприємств. Воєнний стан створює значні перешкоди для матеріально-технічного забезпечення торговельних мереж, оскільки може призвести до транспортних обмежень, затримок у доставці товарів, загроз безпеці та цілісності поставок.

Цемент – найпоширеніший будівельний матеріал, що дозволяє зводити конструкції та створювати вироби високої міцності. Цемент використовується для будівництва будівель, доріг, виготовлення бетонних та залізобетонних виробів, сухих будівельних сумішей, бетону.

Процес транспортного обслуговування цементних заводів є складним технологічним процесом, а керування ним характеризується наявністю великої кількості альтернатив на різних стадіях прийняття рішень. Помилка при прийнятті рішення може мати досить негативний характер, що пояснюється досить високою вартістю простоїв транспортних засобів, можливістю псування вантажу і втратою додаткових прибутків перевізників.

Виробництво цементу знаходиться в основі ланцюга створення доданої вартості в будівельній галузі, тому те, що відбувається в цьому сегменті, привертає особливу увагу.

За експертними оцінками, тільки для відновлення зруйнованого під час війни буде потрібно близько 35 млн тон цементу. Нещодавно політичне керівництво України поставило завдання будівництва потужних протяжних ліній оборони, для яких також знадобиться багато цементу [1].

Очікуваний попит на цемент на період відновлення становить 15-16 млн тон на рік, отже, необхідність у додаткових потужностей становить 2-3 млн тон [1].

Інвестиції, необхідні для створення потужностей для виробництва 1 млн тон цементу, оцінювалися в діапазоні від 20-25 до 100 млн євро. Строк їх створення становить 2-3 роки [1].

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Яка державна політика потрібна на ринку цементу в Україні?

У дослідженні компанії CBR [15] наведено інтереси зацікавлених сторін, які слід враховувати для формування державної політики розвитку галузі будівельних матеріалів. Що потрібно виробникам: розвиток виробництва та продажів у складних економічних та логістичних умовах; реагування на виклики, пов'язані із запровадженням екологічних стандартів (європейська інтеграція); подолання технологічних та інвестиційних бар'єрів.

Що потрібно суспільству: ефективне відновлення країни та забезпечення ресурсами для нього; забезпечення потреб відновлення внутрішнім виробництвом; баланс потреб відновлення та сталого економічного розвитку.

Що потрібно споживачам: наявність цементу у необхідних обсягах; справедливі ціни; відсутність зловживань за умов концентрації виробництва цементу.

Процес транспортного обслуговування цементних заводів є складним технологічним процесом, а керування ним характеризується наявністю великої кількості альтернатив на різних стадіях прийняття рішень. Помилка при прийнятті рішення може мати досить негативний характер, що пояснюється досить високою вартістю простоїв транспортних засобів, можливістю псування вантажу і втратою додаткових прибутків перевізників [2].

Перевезення, завантаження та розвантаження цементу має певні особливості. Невдале транспортування загрожує намоканням, розсипанням, втратою його якостей і придатності для використання. Та більше, це може зашкодити людям і призвести до додаткових витрат.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1 АНАЛІЗ СТАТИЧНИХ ДАНИХ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ В УКРАЇНІ ЗА 2020 – 2024 РОКИ

1.1 Аналіз статичних даних

За час повномасштабного вторгнення відбулось багато руйнувань, і нас чекає багато роботи, щоб відновити зруйноване. Важливість цементу у процесі відбудови не можна переоцінити, адже він є основою для будівництва житлових будинків, інфраструктури та промислових об'єктів.

Ринок цементу перебуває у стадії зрілості і перебуває в цій стадії ще щонайменше десятки років. Дослідження та розробки не відіграють важливу роль і в основному полягають у покращенні існуючої продукції та виробничих процесів. Ступінь диференціації продукції над ринком цементу обмежена. Продукцію стандартизовано, у зв'язку з необхідністю дотримання технічних стандартів (зокрема, будівельних норм, процедур сертифікації тощо). У 2022 році спостерігається спад на ринку, що пов'язано із загальним спадом ринку будівництва. Незважаючи на погіршення ділової активності у 2022 році порівняно з 2021 роком, у 2023 році порівняно з 2022 роком загалом спостерігаються більш позитивні очікування на ділову активність підприємств будівництва.

Зростання попиту також зростає внаслідок збільшення державних витрат на будівництво. Під час війни уряд (у тому числі за рахунок фінансової допомоги від міжнародних партнерів) збільшив витрати на інфраструктурне будівництво (відновлення шкіл, лікарень, мостів та критичної інфраструктури), що суттєво збільшило закупівлю цементу.

Найближчим часом необхідно буде відновлювати зруйновані будинки, інфраструктуру та будувати нові об'єкти, а цемент є основним інгредієнтом при виробництві бетону, що є основою складовою будівництва. За швидких темпів економічного зростання після війни обсяги споживання цементу можуть зрости

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

до показників країн Східної Європи, які більш ніж удвічі перевищують вітчизняний попит у 2021 році. Динаміка зміни структури ринку цементу в Україні наведена на рис. 1.1.

Динамика структуры украинского рынка портландцемента и цемента глиноземистого по критерию происхождения продукции, исходя из натурального выражения, %



Источник: данные Государственной статистики Украины, оценка Pro-Consulting

Рисунок 1.1 – Динаміка зміни структури ринку цементу в Україні.

Статистику ринку цементу в Україні за 2014 – 2019 роки вказано на рисунку 1.2 [3].

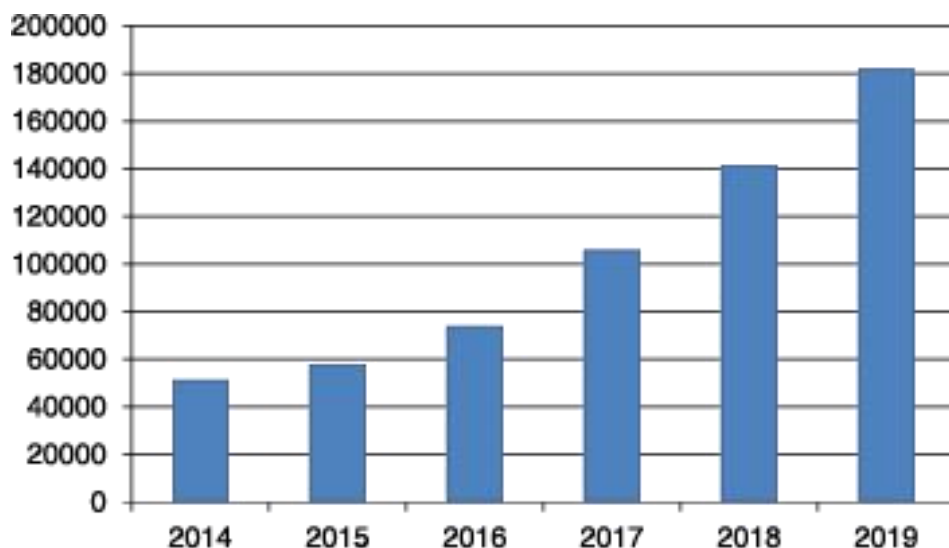


Рисунок 1.2 – Статистика ринку цементу в Україні за 2014 – 2019 роки у МЛН. Т.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разгона С.А.							10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1.1.1 Статистика цементної промисловості за 2020 рік

Ринок цементу України у 2020 році зріс на 7,6 % у порівнянні з 2019 роком та склав 9,8 млн. тон. За підсумками 2020 року учасники Асоціації «Укрцемент» сформували 88,7% українського ринку цементу [3].

Обсяги експорту цементу у 2020 році, як і 2019 року, збільшувались. У 2020 році було експортовано цементу на 39,1% більше в порівнянні з 2019 роком. Обсяги експорту 2020 року склали 779,9 тис.тонн.

Головним викликом для галузі у 2020 році стало зростання в 5 разів імпорту цементу із Туреччини (понад 993 тис. т). Це при тому, що цементні підприємства в Україні були спроможні забезпечити ринок високоякісним цементом у повному обсязі.

Частка імпорту цементу у споживанні 2020 року зросла з 8,3% до 10,5% у порівнянні з 2019 роком.

Перевезення цементу у 2020 році здійснювалось залізничним, автомобільним та водним транспортом. Обсяги відправлення цементу за видами транспорту за 12 місяців 2020 року склали:

- залізниця – 5618,58 тис.тонн
- інший транспорт – 3937,85 тис.тонн

Статистика відправлень цементу за видами транспорту за 2020 та 2023 роки вказана на рисунку 1.3 [3].

Виконав		Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив		Разганаєв С.А.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

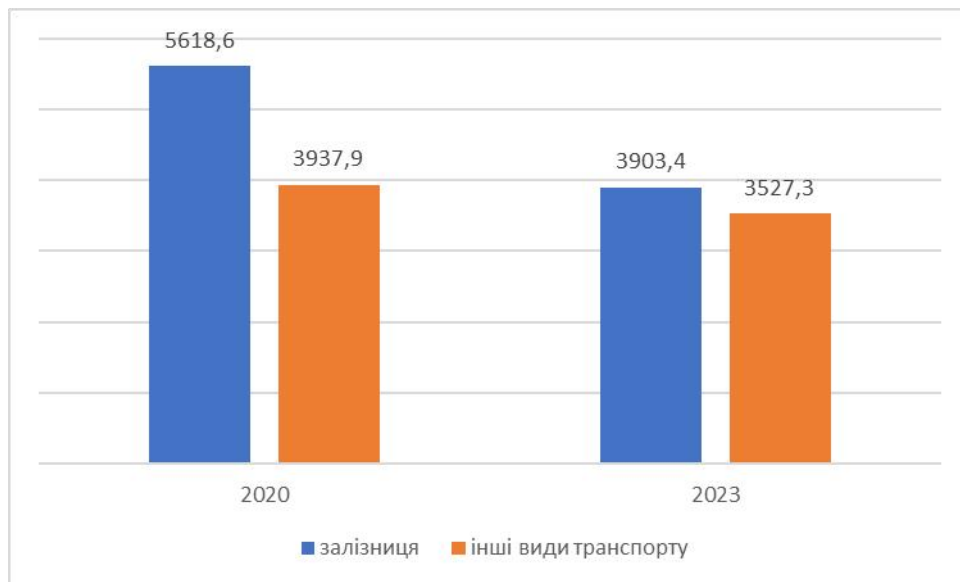


Рисунок 1.3 – Статистика відправлень цементу за видами транспорту за 2020 та 2023 роки у тис. т.

Тож у 2020 році виробництво всього цементу підприємствами-учасниками Асоціації виросло з 9,1 млн. тонн до 9,6 млн. тонн. Темпи росту виробництва склали 5,2%.

1.1.2 Статистика цементної промисловості за 2021 рік

2021 рік для цементної галузі України видався ефективним та рекордним. Зросло внутрішнє споживання продукції.

Ринок цементу зріс на 5,9% та склав понад 10 млн тон [3]. Цьому зростанню сприяли позитивна динаміка факторів ринку: ріст будівництва на 6,8%, зниження імпорту цементу на 47,1%, за рахунок запроваджених інструментів захисту ринку, передбачених правилами міжнародної торгівлі СОТ, а також активність та спроможність виробників цементу повністю забезпечити всі потреби ринку в цементі належної якості.

1.1.3 Експорт цементу у 2021 році

Частка експорту у виробництві підвищилась до 9% при зниженні майже у 2 рази - до 5% частки імпорту у споживанні. У 2021 році експортовано 970,8

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

тис. тон цементу. Ріст експорту цементу у 2021 році в порівнянні з 2020 склав 24,5%. Практично весь обсяг експорту за видами у 2021 році складали цементи звичайні. Цемент експортували в основному до Румунії, Угорщини, Молдови, Польщі та Словаччини.

1.1.4 Імпорт цементу у 2021 році

У 2021 році домінуючу частку в імпорті, займав цемент звичайний – 91,1% від загального обсягу імпорту.

Також у 2021 році особлива увага була приділена зниженню викидів CO₂. Головним фактором зниження викидів CO₂ є зменшення частки клінкеру в цементі (клінкер-фактор), тому пошук шляхів зростання ефективності композиційних портландцементів з високою ранньою міцністю є надзвичайно актуальним.

Підприємства цементної галузі у 2021 році уже працювали над зменшенням частки клінкеру в цементі і випускали 13 типів цементів. Стандарт EN дозволяє до 32 типів.

Виробництво цементу підприємствами Асоціації «Укрцемент» у 2021 році встановило рекорд — виготовлено понад 11 млн тонн цементу.

Ріст виробництва цементу підприємствами Асоціації «Укрцемент» у 2021 році, у порівнянні з 2020 роком, склав 15,2%. Активно зростаючий попит на цемент 2021 року був повністю забезпечений власним виробництвом.

У 2021 році виробництво цементу на душу населення склало 267 кг і це достатньо хороший показник, який використовується в ООН для оцінки економічного потенціалу країн.

1.1.5 Статистика цементної промисловості за 2022 рік

Попри всі виклики війни, учасники Асоціації "Укрцемент" у 2022 виробили 5,4 млн. тон цементу у порівнянні з 2021 роком:

- обсяг експорту цементу склав 935 тис. тон (зменшився на 3,7%)

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- обсяг імпорту цементу склав 39 тис. тонн (менше у 14,8 рази)
- ринок цементу України склав 4,6 млн. тонн (зменшився на 57,0 %)

Зниження обсягів споживання спричинило відповідно і зниження виробництва цементу. Тільки завдяки експорту, в основному у країни ЄС, падіння виробництва цементу у 2022 році було повільнішим ніж споживання, та склало 50,9% в порівнянні з 2021 роком [3].

Частка експорту у виробництві 2022 року збільшилась до 17,3% проти 8,8% у 2021 році.

Частка імпорту у споживанні 2022 року зменшилась до 0,9% в порівнянні з 2021 — 5,2% (менше у 6,1 разів).

Один з дев'яти цементних заводів, ПрАт "Балцем", потрапив в зону бойових дій, зазнав руйнувань. Інші 8 цементних заводів змогли адаптуватись, зберегти свій технологічний та кадровий потенціал, незважаючи на всі виклики війни та енергетичну кризу, спричинену країною-терористом.

Вісім підприємств Асоціації у 2022 році випускали стратегічно важливий для країни цемент, який передусім застосовувався і продовжує застосовуватися на важливих будівельних об'єктах оборонного значення.

1.1.6 Статистика цементної промисловості за 2023 рік

У 2023 році, всупереч величезним викликам війни, підприємства Асоціації виробників цементу України «Укрцемент» продовжували адаптуватися до нових реалій та випускати основні види продукції.

Виробництво цементу у 2023 році порівнянні збільшено до 7,4 млн.т.

У порівнянні з 2022 роком:

- Обсяг експорту цементу збільшено до 1 231,29 тис.т.
- Обсяг імпорту цементу зменшився до 24,34 тис.т.
- Споживання цементу збільшилось до 6,2 млн.т.

Ситуація 2023 року трохи покращилась, але ці показники нижчі за рівень довоєнного 2021 року та далекі від наших можливостей.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Частка експорту у виробництві 2023 року склала 16,6% проти 17,4% у 2022 році. У 2023 році, за даними Держмитслужби України, експортовано 1 млн. 231,29 тис.т. цементу.

Частка імпорту у споживанні 2023 року зменшилась до 0,39% у порівнянні з 2022 р. — 0,85% [3].

Обсяги відправлення цементу за видами транспорту за 12 місяців 2023 року склали:

- залізниця – 3 903,39 тис.т.;
- інші види транспорту – 3 527,28 тис.т.

Статистику експорту цементу з України за 2020 – 2023 роки вказано на рисунку 1.4 [3]. Статистику імпорту цементу в Україну за 2022 – 2023 роки вказано на рисунку 1.5 [3].

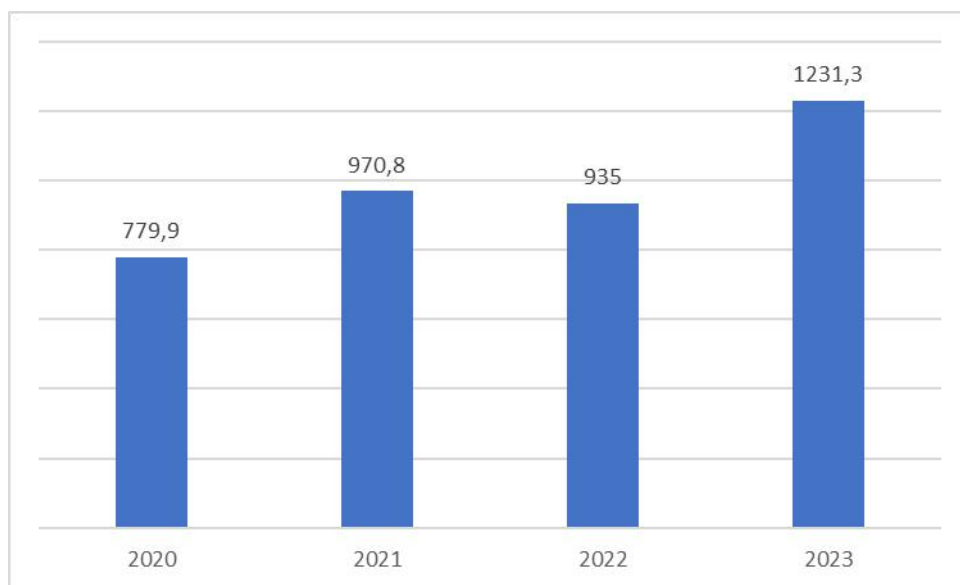


Рисунок 1.4 - Статистика експорту цементу з України за 2020 – 2023 роки у тис. т.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.							15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

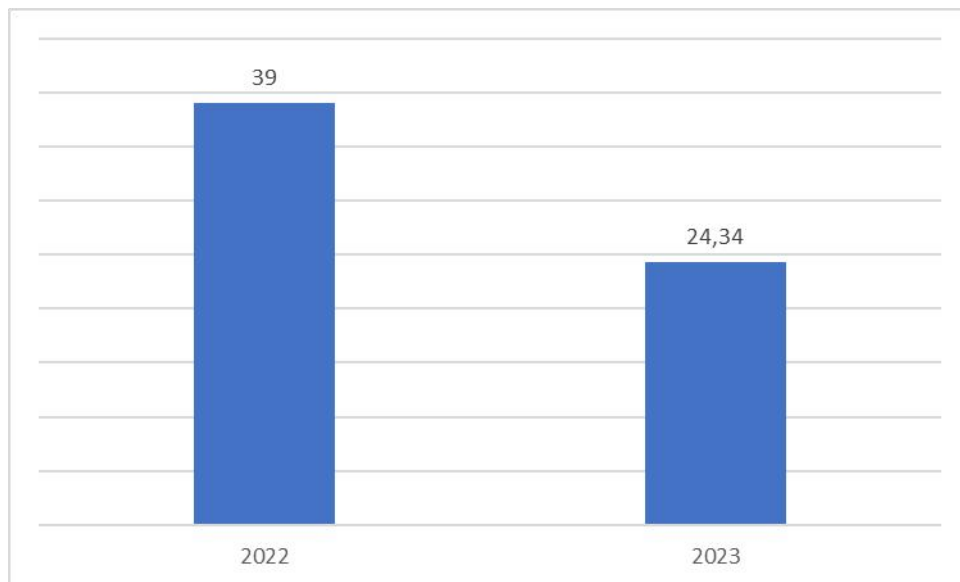


Рисунок 1.5 - Статистика імпорту цементу в Україну за 2022 – 2023 роки у тис. т.

1.2 Аналіз структури ринку виробників цементу в Україні

Найбільшими виробниками цементу в Україні є ПрАТ «Хайдельбергцемент Україна», ПрАТ «Цементник (Кам'янець-Подільський)», ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», ПрАТ «Івано-Франківськцемент», ПрАТ «Запоріжцемент», ПрАТ «Південцемент» (Кривий Ріг), Амвросіївський цементний завод, Балцем (Балта), Цемент України, Краматорський цементний завод "Пушка" [4].

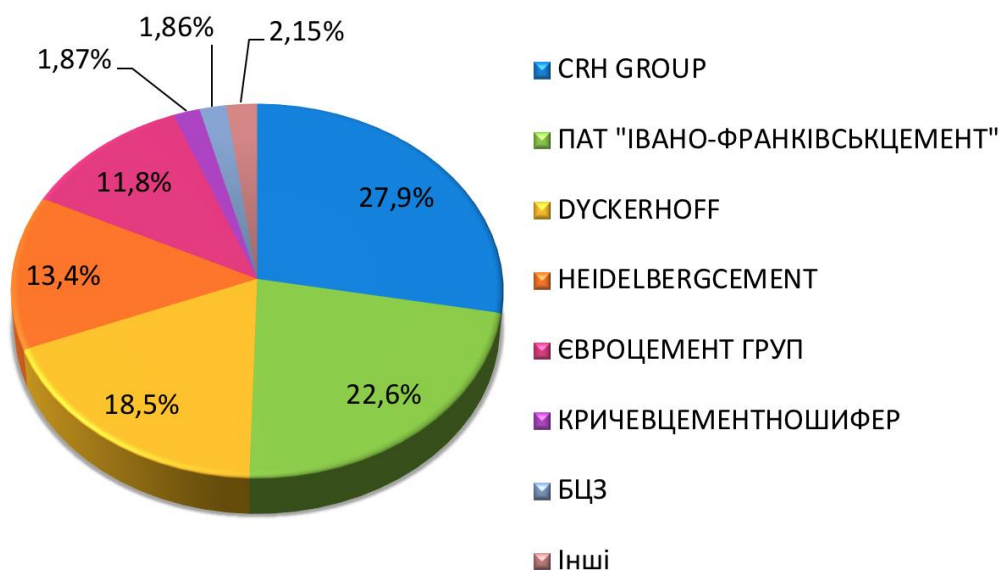
Після ретельного аналізу ринку, було виявлено, що на ньому присутні чотири провідні учасники: «Івано-Франківськцемент», «Кривий Ріг Цемент» — з двома заводами: у Кривому Розі та Кам'янському, «Дікергофф Цемент Україна» із заводами Південцемент та Волинь-цемент, а також «CEMARK» із заводами Подільськ-цемент, Одеським цементним заводом та Миколаївцементом [5].

Згідно отриманим даним найстаршим на ринку є Волинь-цемент – стаж 140 років, далі Кам'янський цементний завод – 90 років, Миколаївцемент – 74 роки, Криворізький цементний завод – 72 роки, Івано-Франківськцемент – 60

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

років, Одеський цементний завод – 59 років, ЮГцемент – 56 років, Подільський цемент – 54 роки [5].

**Структура рынка цемента по компаниям (2017г.,
тыс. тонн), %**



Источник: AR group

Рисунок 1.6 – Структура рынка производителей цемента на Україні

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2 ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ І КОМПЛЕКСНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ТА СКЛАДУВАННЯ ЦЕМЕНТУ

2.1 Постановка завдання

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно вирішити завдання з розробки схеми доставки цементу в межах дніпропетровської області. Мета даної бакалаврської роботи полягає в організації ефективного транспортно-логістичного забезпечення перевезень цементу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати статичні дані виробництва цементу в Україні за 2020 – 2024 роки;
- проаналізувати технологічні схеми доставки цементу та технологічні схеми зберігання цементу;
- здійснити вибір вантажу та транспортного засобу для перевезення;
- розв'язати задачу визначення оптимального маршруту доставки цементу автомобільним транспортом у дніпропетровському регіоні методом комівояжера;
- зробити висновки.

2.2 Аналіз технологічних схем доставки цементу

Цемент економічно вигідно зберігати насипом у комплексних силосних установках, що знайшли широке застосування у промисловості, будівництві, сільському господарстві та на транспорті.

Залежно від виду цементних будівельних матеріалів та дальності їх доставки споживачеві існують різні технологічні схеми перевезення цих вантажів.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Було розроблено шість основних технологічних схем перевезення та розвантаження цементу (рис. 2.1):

1) пневматичне транспортування цементу трубопроводом із цементних заводів або елеваторів на відстань до 1000 м безпосередньо на склад заводу збірного залізобетону або іншого споживача;

2) перевезення цементу на відстань 30–40 км. у складах-контейнерах (встановлених на автомобілях) від елеваторів або великих складів заводів збірного залізобетону на розосереджені об'єкти з невеликим обсягом робіт;

3) доставка цементу на відстань до 150 км в автоцементовозах із цементних заводів або елеваторів безпосередньо споживачеві з пневматичним навантаженням у приоб'єктні склади;

4) перевезення цементу на відстань до 1000 км спеціалізованим залізничним транспортом від цементних заводів до елеваторів або складів великих будівель та заводів збірного залізобетону, звідки він може доставлятися споживачеві з невеликим обсягом робіт за схемами 1, 2 або 3;

5) доставка цементу на відстань понад 1000 км у критих залізничних вагонах із цементних заводів до складів заводів збірного залізобетону, звідки він може перевозитися за схемою 1, 2 чи 3;

6) перевезення цементу змішаним залізничним та автомобільним транспортом із цементних заводів безпосередньо споживачеві, що знаходиться від залізничної станції на відстані 50–100 км, при цьому використовують автоцементовози із самозавантаженням.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

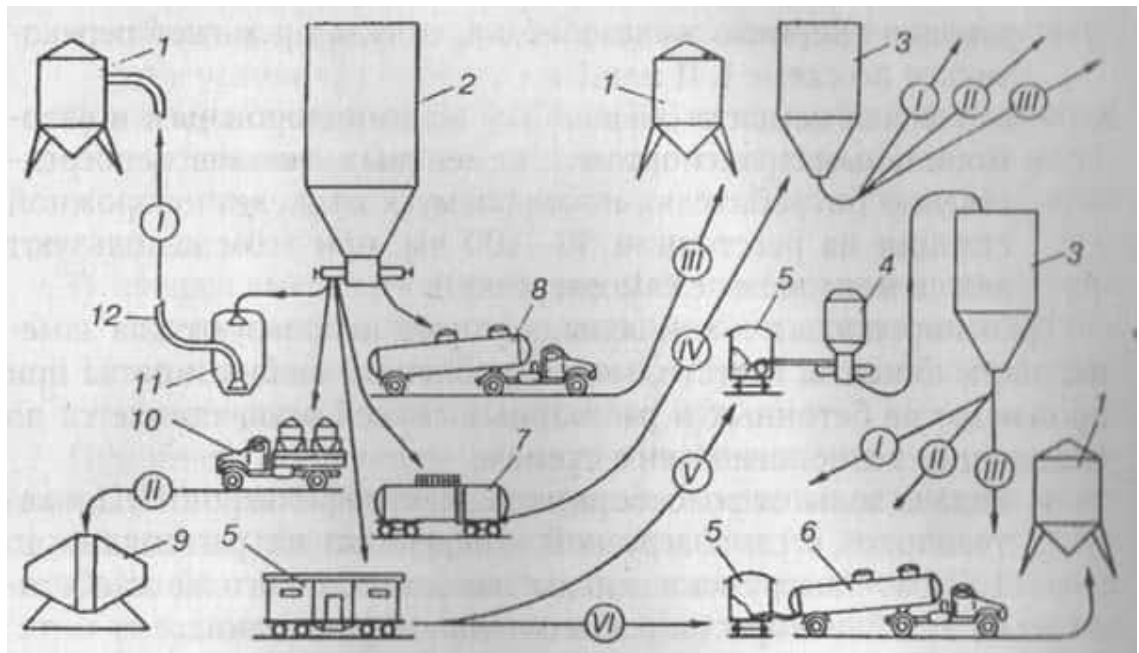


Рисунок 2.1 - Технологічні схеми доставки цементу наземним транспортом.

1 – приоб'єктний склад; 2 – склад цементного заводу; 3 – елеватор чи великий склад цементу заводу залізобетонних виробів; 4 – розвантажувач всмоктувально-нагнітальної дії; 5 – критий вагон; 6 – автоцементовоз із самозавантаженням; 7 – спеціалізований вагон-цементовоз; 8 – автоцементовоз; 9 – об'єкт розосередженого будівництва; 10 – автомобіль із встановленими контейнерами; 11 – камерний насос; 12 – трубопровід.

Опис схем на рисунку. Транспортування цементу із цементного заводу: I – по трубопроводу; II – у контейнерах; III – у критих вагонах; IV – у автоцементовозах; V – у спеціалізованих вагонах-цементовозах; VI – у автоцементовозах.

Для доставки цементних сипучих вантажів, особливо в'язучих матеріалів, доцільно використовувати спеціалізовані судна-цементовози з пневматичним розвантаженням в береговий склад цементних матеріалів. На річкових баржах загального призначення у місцях вивантаження вантажу необхідно встановлювати перевантажувачі.

Виконав	Рижко М.А.								Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.								20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 18 ПЗ

2.2 Аналіз технологічних схем зберігання цементу

Залежно від прив'язки до транспортних комунікацій склади цементних матеріалів поділяються на призалізничні та притрасові.

За місткістю склади поділяють на три групи:

1) приоб'єктні інвентарні склади із місткістю одного силосу в 13-25 т. призначені для прийому порошкоподібного матеріалу з автоцементовозів безпосередньо в умовах будівництва;

2) склади місткістю 240-720 т. призначені для будівництва бетонних заводів та заводів збірного залізобетону продуктивністю до 100 м³/добу;

3) склади місткістю понад 1000 т, що обслуговують великі будівництва та підприємства. Вони входять до складу бетонних заводів або заводів збірного залізобетону продуктивністю 200-1000 куб.м/добу.

Приоб'єктні склади цементу призначені для обслуговування невеликих бетонних розчино-змішувальних установок, розташованих поблизу об'єктів, що будуються, і ремонтно-будівельних баз.

У будівництві застосовують приоб'єктні інвентарні склади цементу різної конструкції з механічним та пневматичним способами подачі матеріалу, а також пересувні склади.

Інвентарний склад цементу місткістю 13 т (рис. 2.2) призначений для прийому цементу з автоцементовозів з пневматичним вивантаженням, зберігання його і видачі шнеком на невеликих будівельних майданчиках. без застосування зовнішніх вантажопідйомних пристроїв. У зв'язку з тим, що габарит складу в транспортному положенні за шириною та висотою (3370 і 3970 мм) перевищує допустимі норми, маршрут і час перевезення треба узгоджувати з органами дорожньої поліції.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

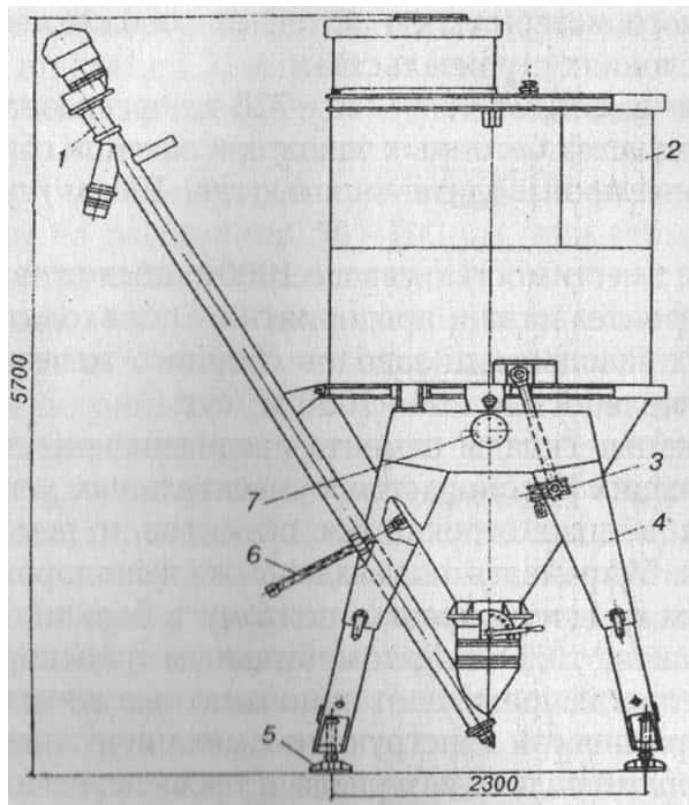


Рисунок 2.2 - Інвентарний самоперекидний склад цементу місткістю 13 т.

1 – шнековий конвеєр; 2 – силос; 3 – механізм підйому; 4 – рама; 5 – опорна плита; 6 – гвинт; 7 – вісь повороту

Склад цементу місткістю 16т (рис. 2.3) призначений для прийому цементу з автоцементовозів та видачі його у ваговий дозатор установки. За допомогою розтяжок кут нахилу шнека у вертикальній площині можна змінювати від 20 до 50 °, а шнек може повертатися у плані на 20 °.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

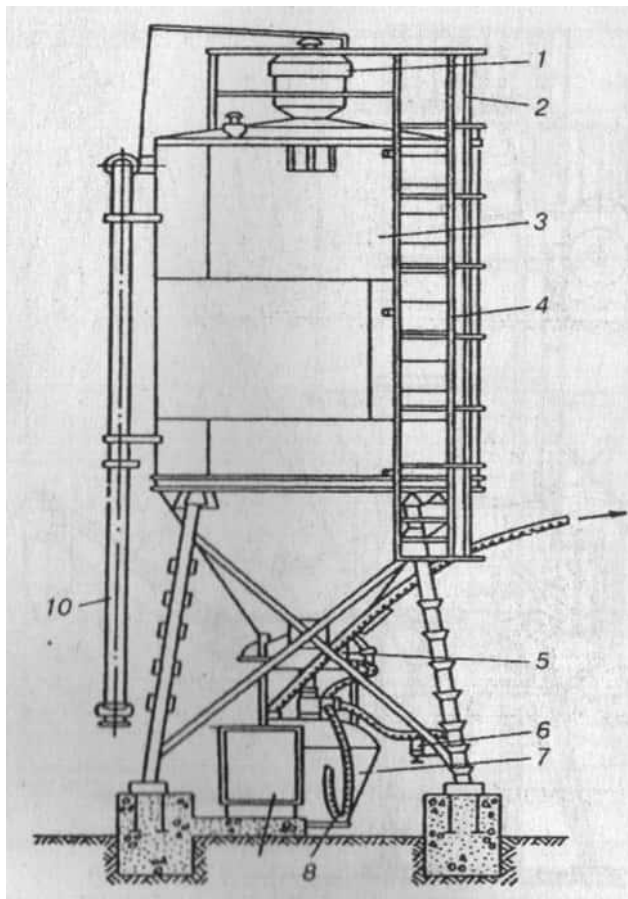


Рисунок 2.3 - Інвентарний цементний склад.

1, 2, 9 – огорожі; 3 – силос; 4 – шнековий конвеєр; 5 – ваговий дозатор цементу бетонозмішувачіної установки; 6 – розтяжка; 7 – опора; 8 – завантажувальний трубопровід; 10 – сходи

Автоматизований склад цементу СБ-33А місткістю 25 т (рис. 2.4) застосовується для зберігання та видачі пневматичним способом споживачеві не тільки цементу, а й дрібного вапна, гіпсу, мінерального порошку, асфальтобетонних сумішей. Склад складається з силосу з рукавним фільтром, камерного насоса, вологомасловідділювача. Пневморозподільний пристрій та системи управління. У нижній конічній частині силосу розташований пристрій, що аерує (аероднище).

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

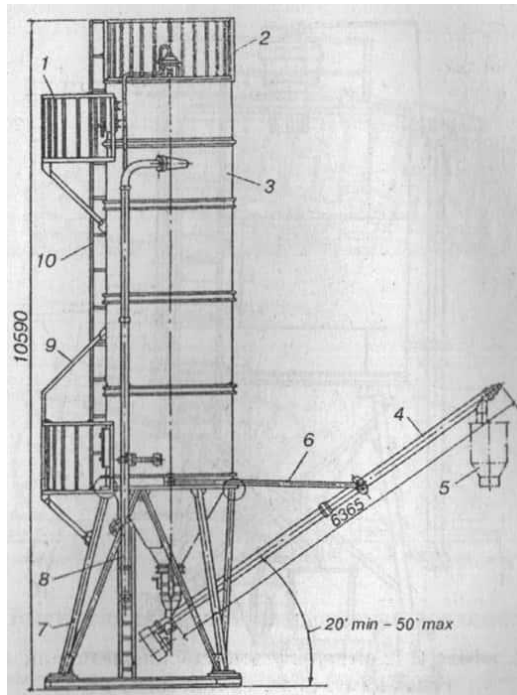


Рисунок 2.4 - Автоматизований склад цементу СБ-33А місткістю 25 т.

1 – фільтр; 2 – огорожа; 3 – бункер; 4 – сходи; 5 - аеруючий пристрій; 6 - вологомаслоотделитель; 7 - камерний насос; 8 - повітропровід; 9 – електрошафа; 10 – цементопровід

Швидкокомонтований склад цементу місткістю 300 т (рис. 2.5) призначений для прийому цементу з автоцементовозів (притрасовий варіант) і вагонів (прирейковий варіант), зберігання і подачі його споживачеві пневматичним способом в початковий період будівництва. подається зі складу трьома пневмопідйомниками, встановленими під цистернами, які нахилені до горизонту під кутом 10° .

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

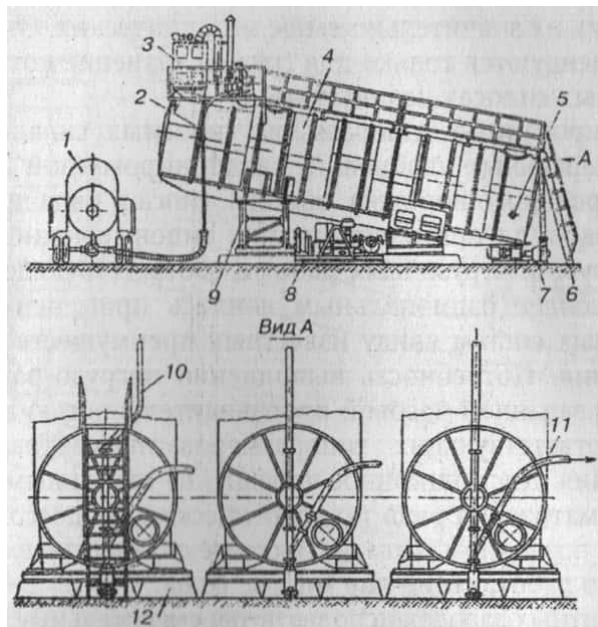


Рисунок 2.5 - Швидкокомтований склад цементу місткістю 300 т
(притрасовий варіант).

1 – автоцементовоз; 2 – завантажувальний трубопровід; 3 – рукавний фільтр; 4 – силос-цистерна; 5 – показчик рівня; 6 – сходи; 7 – пневмопідйомник; 8 – компресорна станція НВ-10Е; 9 – передня опора; 10 - трубопровід подачі цементу в бетонозмішувальне відділення; 11 - трубопровід видачі цементу в автоцементовоз; 12 - залізобетонна плита

Силосні склади-пневнокомплекси є основними сховищами у споживачів цементу. У зв'язку з застосуванням силосних складів виконано їх уніфікацію та нормалізацію.

Для уніфікованих силосних корпусів передбачено максимальне застосування залізобетонних конструкцій з номінальними діаметрами круглих силосів 3; 6; 10.8 м. За умови проїзду на підсилосному поверсі залізничного складу висоту приймають 14.4 м.

Залізобетонні силоси зі збірного або монолітного залізобетону більш довговічні і стійкі проти впливу вологи, але вартість їх значно вища за металеві.

Уніфіковані типорозміри силосних складів для цементу дозволили застосувати на них типові технологічні схеми вантажно-розвантажувальних

Виконав	Рижко М.А.				КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.					25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робіт і відповідне обладнання. Дистанційне управління окремими операціями та автоматизація низки технологічних процесів на силосному складі дозволили створити силосні склади-пневокомплекси, що успішно працюють уже багато років.

На цементних заводах використовуються змішувальні силоси для сировинного борошна і силоси для зберігання і відвантаження цементу. насосами, фільтрувальними та аспіраційними системами, повітродувним обладнанням.

Київським інститутом Гіпробудмашина розроблений уніфікований ряд типових проектів автоматизованих силосних складів цементу. цементу призначені для прийому, зберігання та видачі цементу у видаткові бункери бетонозмішувального відділення або в автоцементовози.

Притрасові склади розташовані поблизу автомагістралей.

Інвентарне виконання дозволяє часто перебазувати склад. Встановлена на складі електроапаратура дає можливість автоматизувати технологічні процеси видачі цементу та дозволяє дистанційно керувати прийомом цементу з автоцементовозів. На рис. 2.6 представлено технологічну схему роботи складу цементу місткістю 240–360 т.

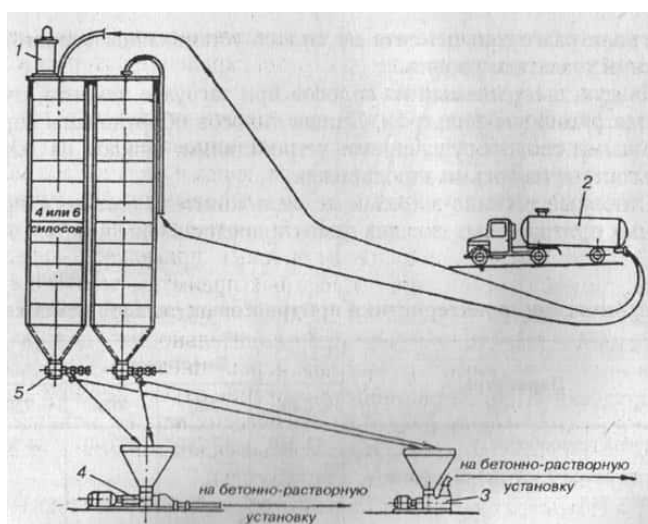


Рисунок 2.6 - Притрасовий склад цементу.

1 – силос складу; 2 – автоцементовоз; 3-- пневмогвинтовий підйомник; 4 – пневмогвинтовий насос; 5 – пневматичний донний розвантажувач.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Склад завантажується з автоцементовозів через завантажувальну трубу. Для запобігання переповненню силосу, а також контролю розвантаження цементу на силосі встановлені верхній і нижній показники рівня.

Повітря, що витісняється із силосів при завантаженні цементу, очищається рукавним фільтром. Днища силосів обладнані аераційними зводообрушуючими пристроями, кожне з яких складається з восьми аеродоріжок.

Автоматизовані силосні склади дозволяють приймати цемент та інші порошкоподібні в'язучі матеріали з усіх видів спеціалізованого автомобільного та залізничного транспорту, критих вагонів та вагонів бункерного типу (рис. 2.7). Зі спеціалізованого вагона-цементовозу (цистерни) з пневморозвантаженням цемент надходить безпосередньо в силосну ємність. З вагона бункерного типу цемент самопливом надходить у приймальний бункер, розташований під залізничною колією, а потім пневмопідйомником подається в силос. Для розвантаження критих залізничних вагонів застосовується пневморозвантажувач цементу всмоктувально-нагнітальної дії. Цемент подається в силоси через осадову камеру та аерожелоба.

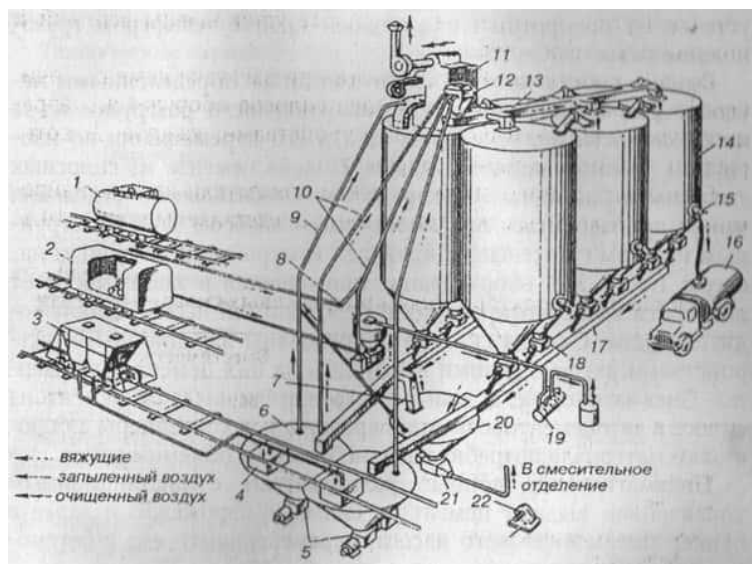


Рисунок 2.7 - Схема автоматизованого призалізничного складу цементу.

1 – вагон-цементовоз; 2 – критий вагон; 3 – бункерний вагон; 4 – приймальний пристрій бункера; 5 – пневматичний витяг; 6 – приймальний пристрій силосу.

Виконав	Рижко М.А.				КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгана С.А.					27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бункер; 7-тічка; 8 - осадова камера пневматичного розвантажувача; 9 – трубопровід запиленого повітря; 10 – трубопроводи; 11-фільтр; 12 - приймальний бункер аерожелоба; 13, 17 – аерожелоба; 14 – силос; 15 - пневматичний розвантажувач бічного вивантаження; 16 – автоцементовоз; 18 - пневматичний донний розвантажувач; 19 - вакуум-установка; 20 - бункер видачі матеріалу зі складу; 21 – насос; 22 – лебідка

При необхідності можна використовувати пневморозвантажувач для вивантаження цементу з вагонів бункерного типу – через верхні люки. Для переміщення сопла та гнучкого трубопроводу під час розвантаження на рампі складу повинен бути встановлений поворотний консольний кран із тельфером вантажопідйомністю 200-500 кг.

Однак робота за цією схемою пов'язана з певними незручностями та зниженням продуктивності розвантаження через необхідність підйому матеріалу та його переміщення по вигнутих гумовотканинних рукавах. Подача цементу з силосних ємностей у видаткові бункери бетонозмішувального відділення може здійснюватися пневмогвинтовим насосом ТА-14Б, струминним насосом з камерою, що інтенсифікує, або камерним насосом ТА-23. Це обладнання застосовується залежно від дальності транспортування та необхідної годинної продуктивності. Силоси складів обладнані аераційними пристроями, що дозволяють вивантажувати цемент рівномірно. Пневматичні бічні розвантажувачі видають цемент із силосу в автоцементовози або пересувні контейнери для доставки матеріалу споживачеві з невеликим обсягом робіт.

Пневматичні донні розвантажувачі з дистанційним керуванням видають цемент із силосу в аерожелоб і далі в бункер пневмогвинтового насоса, що переміщає його в бетонозмішувальне відділення.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На силосних складах місткістю від 1100 до 4000 т технологія виконання розвантажувальних операцій, зберігання та видачі цементу у виробництво аналогічна роботам, що здійснюються на складах місткістю 480-720 т.

Відмінною особливістю є збільшений вантажообіг складів, тому що використовується пневмотранспортне обладнання більшої продуктивності.

У ряді випадків силосні ємності використовуються і для виконання певних технологічних операцій, наприклад, інтенсивного перемішування сировинного борошна при виробництві цементу.

Залежно від способу перемішування (гомогенізації) різними фірмами розроблені конструкції змішувальних силосних комплексів з відповідним обладнанням.

Силос із камерою інспекції, залежно від призначення, може бути виконаний як силос із плоским днищем з бічним розвантаженням або як високопоставлений перевантажувальний силос для завантаження цементовозів або з комплексом обладнання для пакування в мішки (рис. 2.8).

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра обрано притрасовий склад цементу для подальшого використання.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

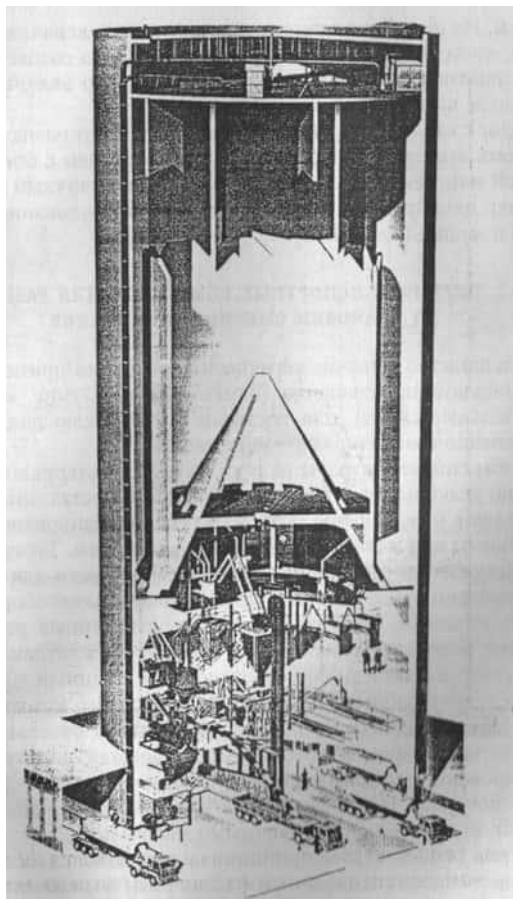


Рисунок 2.8 - Силосний комплекс з обладнанням для завантаження цементовозів та пакування цементу в мішки.

Виконав		Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив		Разганає С.А.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА СХЕМИ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ В МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Аспекти доставки цементу в межах регіону

Доставка цементу по Україні та в межах регіону є складним завданням, яке вимагає від компаній, зайнятих у цій галузі, високої організованості, ефективності та надійності. Компанії, що займаються доставкою цементу, працюють над створенням ефективної логістичної системи, щоб забезпечити оперативність та точність поставок.

Одним з найважливіших аспектів доставки цементу є вибір транспортного засобу. Залежно від обсягу замовлення та відстані, компанії можуть використовувати різні види транспорту, такі як автомобільні фургони, залізничні вагони або судна. Правильний вибір транспорту дозволяє оптимізувати доставку, зменшити витрати та забезпечити безпеку транспортування цементу.

Поміж компаній, що здійснюють доставку цементу, важливо вибрати надійного партнера з високою репутацією. Надійна компанія забезпечує якісний цемент, вироблений відповідно до встановлених стандартів, та гарантує своєчасну доставку.

Ще одним важливим аспектом доставки цементу є врахування особливостей регіонів і гнучкість в організації поставок. Наш регіон має велику територію з різними умовами, дорожньо-транспортною інфраструктурою та віддаленими регіонами. Тому компанії, які здійснюють доставку цементу, повинні враховувати ці фактори і адаптувати свою діяльність до специфіки регіону.

Окрім цього, компанії, що займаються доставкою цементу, повинні мати ефективну систему управління запасами. Вони мають стратегічно розташовані склади, які забезпечують наявність достатніх запасів цементу для задоволення

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

потреб клієнтів у різних районах. Це дозволяє забезпечити швидку відгукність на замовлення та запобігти можливим перебоям у поставках.

Особливу увагу варто звернути на екологічний аспект доставки цементу. Компанії, що мають на меті збереження навколишнього середовища, можуть використовувати екологічно чисті методи транспортування, такі як використання електричних або гібридних автомобілів, що зменшує викиди шкідливих речовин і сприяє сталому розвитку будівельної галузі.

Загалом, доставка цементу відіграє важливу роль у розвитку будівельної галузі країни. Забезпечення надійності, якості та ефективності в цьому процесі вимагає співпраці між будівельними компаніями та постачальниками цементу. Правильно організована логістика доставки запорука успішного будівництва. [16].

3.2 Вибір вантажу та його транспортна характеристика

Для перевезення було обрано цемент з ПрАТ “Кривий Ріг Цемент” (Кривий Ріг). Приклад продукції зображено на рисунку 3.1 [6]. Найпопулярніший в Україні цемент марок М400 і М500. Транспортна тара в формі паперово-поліетиленового мішка, 25 кг.



Рисунок 3.1 – Продукція Південьцемент: Цемент М400 Кривий Ріг, 25кг

Об’ємно-масова характеристика вантажу.

Одиниця вантажу має масу 25 кг та габарити 180×250×250 мм.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				32
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Всього перевозиться 540 одиниць.

Цемент є яскраво вираженим вологорежимним вантажем, який слід оберігати від зволоження; під дією води втрачає свої в'язучі властивості, перетворюється з порошку на моноліт і не може бути використаний за призначенням. вантаж, що сильно пилить; незважаючи на всі заходи, дрібний цементний пил покриває все навколо на відстані до 100-150 м від місця проведення вантажних робіт [7].

Цемент (як і пил) характеризується абразивними властивостями: потрапляючи на деталі перевантажувальних та інших механізмів, що труться, вона сприяє прискоренню їх зносу. Вантаж вентиляції не потребує. Цемент пред'являється до перевезення або насипом (зазвичай на спеціалізованих цементовозах), або у паперових, шестишарових мішках, іноді - у тканинних мішках або бочках. Важливе значення має температура цементу в момент затарювання мішків, яка не повинна перевищувати 40°C. У виняткових випадках, якщо температура цементу становить 41-65°C, він може бути пред'явлений до перевезення тільки після витримування на складі відправника до повного охолодження (тривалість охолодження може становити до 12 діб). Цемент з температурою на момент затарювання понад 65°C до перевезення не допускається, оскільки мішки від впливу високої температури втрачають еластичність і легко рвуться при вантажних операціях і під впливом тиску шарів, що лежать вище [7].

Температура цементу під час заповнення мішків та дата затарювання повинні вказуватися заводом-виробником у супровідному документі на вантаж (сертифікат якості або інформація про вантаж).

Перед навантаженням необхідно забезпечити ретельне зачищення кузова та герметичність закриття. Цемент здатний давати усадку до 12%. Враховуючи властиву цементу до його усадки властивість плинності, необхідно звертати увагу на недопущення крену автомобіля в процесі навантаження, також

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вживати всіх заходів до того, щоб до відходу транспортного засобу вантаж міг осісти і стати стійким.

Опис та характеристика підприємства-вантажовласника. Вітчизняний лідер з виробництва високоякісних будівельних матеріалів має три напрямки бізнесу: цемент, бетони та гранітний щебінь. ПрАТ “Кривий Ріг Цемент” має цементні заводи у Кривому Розі, Кам’янському та Амвросіївці [6].

Бетонний вузол знаходиться у Кривому Розі. Гранітний щебінь добувають у кар’єрі у Дніпропетровській області. Компанія володіє кар’єрами, які забезпечують необхідну сировину для виробництва цементу (вапняк, глина, крейда, мергель, опока). Кар’єри розташовані у Дніпропетровській та Донецькій областях. З вироблених матеріалів будують важливі інфраструктурні об’єкти: дороги, мости, тунелі, аеропорти, хмарочоси та інші будівлі. Це одна з причин, чому виробничі активи постійно удосконалюються. Крім того ПрАТ “Кривий Ріг Цемент” відповідальне використовує обмежені природні ресурси.

У 2019 році компанія була придбана українськими інвесторами для розвитку виробництва будівельних матеріалів на ринку України. З 2008 по 2019 рік компанія існувала на ринку України як філія німецької групи HeidelbergCement Україна. Всього у компанії ПрАТ “Кривий Ріг Цемент” працюють понад 1000 осіб [6].

3.3 Вибір транспортного засобу для перевезення

Для перевезення було розглянуто дві марки тягачів: MAN TGX 2010 та Mercedes-Benz Actros 2012. Обрані тягачі зображені на рис. 3.2 та 3.3 відповідно. На таблиці 3.1 наведено порівняльні характеристики MAN TGX 2010 [8] та Mercedes-Benz Actros 2012 [9].

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



Рисунок 3.2 – Тягач MAN TGX 2010



Рисунок 3.3 – Тягач Mercedes-Benz Actros 2012

Таблиця 3.1 – Порівняння технічних характеристик вантажних автомобілів MAN TGX 2010 та Mercedes-Benz Actros 2012

Характеристика	MAN TGX 2010	Mercedes-Benz Actros 2012
Колісна формула	4*2	4*2
Привід	задній	задній
Тип палива	дизель	дизель
Максимальна потужність, к.с	544	571,2
Потужність, кВт	400	420

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Тип КПП	Автомат	Автомат
Максимальна швидкість км/год	90	100
Вантажопідйомність, кг	16700	15100
Ємність паливного бака, л	10,52	12,81
Повна маса, т	26	25
Власна маса, т	9,3	9,9
Екологічний тип двигуна	Євро 5	Євро 5
Витрати палива замістом, л/100км	25	26

Вихідні дані для вибору автомобільного транспортного засобу наведені у табл.3.2

Таблиця 3.2 - Вихідні дані для вибору автомобільного транспортного засобу

№	Показник	Умовні позначення	Марка автомобіля	
			MAN TGX 2010	Mercedes-Benz Actros 2012
1	Вантажність, т	q_n	16,7	15,1
2	Коефіцієнт статистичного використання вантажу	γ	1	1
3	Час простою авто від навант/розвант, год	t_{n-p}	3,5	3,5
4	Коефіцієнт використання пробгу	β_i	0,83	0,83
5	Відстань перевезення, км	l_{iv}	925	925
6	Технічна швидкість, км/год	V_m	90	100
7	Базова лінійна норма витрат палива на 100км пробігу, л	H_s	26	25
8	Норма на транспортну роботу, л	H_w	1,3	1,3

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

9	Сумарний корегуючий коефіцієнт, %	$\sum_k$	20	20
---	-----------------------------------	----------	----	----

З табл. 3.2 видно, що технічні характеристики у автомобілів MAN TGX 2010 та Mercedes-Benz Actros 2012 майже однакові. MAN TGX 2010 має більшу вантажопідйомність та витрати палива, проте меншу швидкість. Вибір типу рухомого складу за питомими витратами палива [10]:

$$q_t = \frac{H_s}{100 \cdot q_n \cdot \gamma \cdot \beta_i} + \frac{H_w}{100} \quad (3.1)$$

де H_s - базова лінійна норма витрат палива на 100 км пробігу, л;

H_w - норма на транспортну роботу, л (в дизельних автомобілях становить 1,3) [14];

q_n – вантажність, т;

γ - коефіцієнт статистичного використання вантажу;

β_i - коефіцієнт використання пробігу.

Розрахуємо витрати палива для MAN TGX 2010:

$$q_t = \frac{26}{90 \cdot 16,7 \cdot 1 \cdot 0,83} + \frac{1,3}{100} = 0,03384 \text{ л/т – км}$$

Розрахуємо витрати палива для Mercedes-Benz Actros 2012:

$$q_t = \frac{25}{100 \cdot 15,1 \cdot 1 \cdot 0,83} + \frac{1,3}{100} = 0,03295 \text{ л/ткм}$$

Як видно з розрахунків, MAN TGX 2010 має трохи більші питомі витрати палива ніж Mercedes-Benz Actros 2012. На підставі цього обираємо тягач Mercedes-Benz Actros 2012.

За допомогою сайту [11] було спроектовано розміщення вантажних місць у автомобілі. Результати вказані на рис. 3.4.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

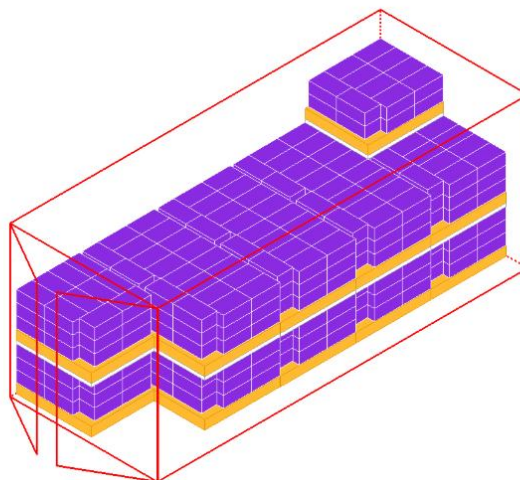


Рисунок 3.4 – Розміщення вантажних місць [11]

3.4 Аналіз схем доставки цементу в межах регіону

Розглянемо транспортну схему доставки цементу у мішках: «вантажовідправник – вантажоодержувач» надану на рис. 3.5.

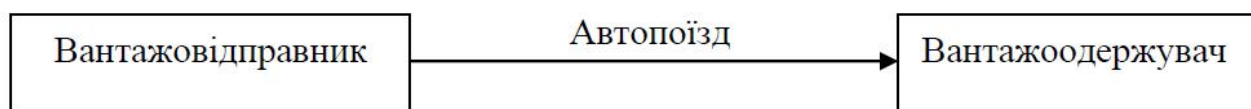


Рисунок 3.5 – Схема доставки «вантажовідправник – вантажоодержувач»

При даній схемі доставки навантажувально-розвантажувальні роботи виконуються лише у вантажовідправника та вантажоодержувача, без додаткових перевантажувальних операцій на складі чи на інший вид транспорту, непотрібне додаткове оформлення документів при перевантаженні, при цьому зменшується час доставки вантажів.

Доставка тарно-штучних вантажів за схемою «вантажовідправник – склад – вантажоодержувач» представлена на рис. 3.6. Дана схема доставки використовується при доставці невеликих партій вантажів на великі відстані, де використання автомобілів малої та середньої вантажності при великих вантажопотоках неефективне.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 3.6 – Схема доставки «вантажовідправник–склад–вантажоодержувач»

Складемо цільову функцію визначення раціонального варіанту доставки цементу за двома критеріями.

$$\begin{cases} T_{\partial} \rightarrow \min; \\ B_{\Sigma} \rightarrow \min, \end{cases} \quad (3.2)$$

де T_{∂} - загальні витрати часу доставки вантажу від вантажовідправника до вантажоодержувача, год.;

B_{Σ} - витрати на доставку вантажу.

Введемо система обмежень:

$$\begin{cases} 10 \leq q \leq 20; \\ 600 \leq L_m \leq 1500. \end{cases} \quad (3.3)$$

де, q – маса вантажу, т;

L_m – відстань перевезення, км.

Запропоновано два альтернативні варіанти доставки цементу: за схемою «вантажовідправник – вантажоодержувач» та доставка тарно-штучних вантажів за схемою «вантажовідправник – склад – вантажоодержувач». Час доставки та витрати на доставку вантажу, як вихідні параметри, залежать від об'єму відправлення вантажу та довжині маршруту.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ РЕГІОНІ МЕТОДОМ КОМІВОЯЖЕРА

4.1 Постановка задачі розробки маршруту методом комівояжера

У нашої кваліфікаційної роботі бакалавра розробку маршрутів будемо виконувати на підставі розв'язку універсальної задачі оптимізації маршрутів – це задачі комівояжера. Ця задача в силу свого прикладного застосування є однією з найбільш досліджених задач. Ця задача полягає в тому, щоб визначити найкоротший або найдешевший маршрут між деякими містами.

Формулювання задачі полягає у наступному: нехай ми маємо n міст, відстань (вартість проїзду, кількість пального та інше) між якими нам відома. Тому, комівояжеру необхідно пройти кожне місто лише один раз і повернутися туди, звідки він почав. При цьому треба зробити це найбільш оптимальним способом – затрачена відстань (вартість проїзду, кількість пального) має бути мінімальною [12].

Сформулюємо задачу відносно нашого завдання наступним чином: вантажний автомобіль (комівояжер) повинен проїхати n будівельних складів-магазинів у Дніпропетровській області та завезти в кожен пункт потрібний об'єм товару. Для того, щоб зменшити витрати, ми повинні побудувати маршрут таким чином, щоб побувати в кожному складі-магазині по одному разу і повернутися у початковий пункт за адресом: ПрАТ "Кривий Ріг Цемент" вул. Акціонерна, 1, м.Кривий Ріг, Дніпропетровська область.

Математична постановка задачі комівояжера має наступний вигляд [12]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (4.1)$$

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де c_{ij} – сума відстаней між усіма господарствами $c_{ij} = \overline{1, n}$.

При цьому накладаються певні обмеження. Обмеження на одноразовий виїзд з складу-магазину:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = \overline{1, n}) \quad (4.2)$$

Обмеження на одноразовий в'їзд в склад-магазин:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (4.3)$$

Якщо в моделі задачі обмежитися лише умовами (4.2) і (4.3), то вона буде еквівалентною задачі про призначення, план якої не обов'язково повинен бути циклічним. Тобто, маршрут вантажного автомобіля (комівояжера) може розпастися на декілька незв'язних між собою циклів, тоді як насправді він повинен складатися з одного циклу. Щоб забезпечити цю вимогу введемо наступне обмеження [12]:

$$u_i - u_j + nx_{ij} < n - 1; i, j = \overline{1, n}; i \neq j \quad (4.4)$$

Покажемо, що в довільному циклі, який починається в першому складі-магазині будматеріалів, можна знайти такі u_i та u_j , які задовольняють нерівність (4.4). Нехай на k -му кроці автомобіль переїжджає з складу i до складу j . І припустимо, що $u_i = k$. Далі, на $k+1$ -му кроці автомобіль буде вирушати з j -го складу-магазину в наступному напрямку, тоді $u_j = k + 1$. Якщо підставити дані величини в (4.4), отримаємо:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + nx_{ij} = -1 + nx_{ij} \leq n - 1 \quad (4.5)$$

Зауважимо, що дана нерівність виконується для будь-яких значень i та j при $x_{ij} = 0$. Якщо ж $x_{ij} = 1$, то нерівність (4.4) виконується як суворі рівність:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + n = n - 1 \quad (4.6)$$

Тобто, якщо комівояжер пересувається з i -го в j -тий склад-магазин, то нерівність (4.4) фіксує порядкові номери цих міст. Отже математична

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

постановка задачі комівояжера полягає у мінімізації функції (4.1) при обмеженнях (4.2), (4.3) і (4.4) [12].

4.2 Розв'язання задачі методом гілок та меж

Ми будемо використовувати основний метод розв'язування задачі комівояжера це метод гілок та меж [13].

Для цього пропонуємо розглянути два маршрути, таким чином, щоб сумарна кількість перевезеного цементу не перевищила вантажопідйомність автомобіля.

Перший маршрут розроблений від ПрАТ "Кривий Ріг Цемент" до селища Широке, міста Апостолово, Покров та повертається до ПрАТ "Кривий Ріг Цемент".

Другий маршрут включає в себе ПрАТ "Кривий Ріг Цемент", міста Апостолово, Покров, Нікополь, по яких автомобіль розвозить цемент та також повертається в Кривий Ріг.

Для кожного з пропонованих маршрутів складаються окремі матриці. В матрицях зазначаються відстані від Кривого Рогу до кожного пункту вивантаження цементу, а також відстані між пунктами. Вони показані в таблицях 4.1 та 4.2 відповідно.

Таблиця 4.1 – Матриця відстаней для першого маршруту

Пункт	Кривий Ріг	Широке	Апостолове	Покров
Кривий Ріг	X	29,9	74,9	113
Широке	29,9	X	45	83
Апостолове	74,9	45	X	38,1
Покров	113	83	38,1	X

Таблиця 4.2 – Матриця відстаней для другого маршруту

Пункт	Кривий Ріг	Апостолове	Покров	Нікополь
Кривий Ріг	X	45,7	83,7	113
Апостолове	45,7	X	38,1	67,2
Покров	83,7	38,1	X	29,3
Нікополь	113	67,2	29,3	X

З метою вирішення задачі ми будемо використовувати спеціалізовану комп'ютерну програму за допомогою Інтерне-онлайн сервісу Online Calculator: Simplex Method (URL: <https://linprog.com> › main-traveling-salesman-problem) [14]. Цей сервіс надає вирішенні задачі запрограмованим математичним апаратом Симплекс-методу в інтерактивному режимі. Нами було встановлено вище, у якому порядку за методом комівояжеру вантажний автомобіль повинен об'їжджати склади-магазини.

Розглянемо детально розрахунок для першого маршруту.

Почнемо розв'язання задачі за наступною методою з попереднього етапу. Для цього шукаємо найменші значення по рядках матриці (виписуємо їх у зелену колонку, праворуч від матриці) та поелементно їх віднімаємо, отримуючи проміжну матрицю. Потім, для отриманої матриці, шукаємо найменші значення по стовпчикам. Записуємо їх у синій рядок унизу матриці (рис. 4.1)

	1	2	3	4	
1	M	29.9 ₀	74.9 _{45.000000000000001}	113 _{83.1}	29.9
2	29.9 ₀	M	45 _{15.100000000000001}	38 _{8.100000000000001}	29.9
3	74.9 _{29.900000000000006}	45 ₀	M	83 ₃₈	45
4	113 ₀	83 ₋₃₀	38 ₋₇₅	M	113
	0	-30	-75	8.100000000000001	120.9

Рисунок 4.1 – Початкова матриця.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і привласнюємо отримане значення накопичувальній змінній дікрімент довжини D .

$$D = 120,9.$$

Для проміжної матриці по-елементне віднімаємо найменші значення по стовпчикам. Таким чином у кожному рядку та стовпчику отримуємо, як мінімум, один нуль. Для кожного нуля матриці обчислюємо суму найменших значень у рядках та стовпцях, де розташовані відповідні нулі, не беручи до уваги самі нулі. Отримані значення записуємо у круглі дужки (рис. 4.2).

Ітерація: 1

Подальше рішення проводимо щодо нуля із найбільшою, розрахованою на попередньому етапі, оцінкою. Індекс, під яким знаходиться даний нуль, вказує на ребро розгалуження. Необхідно перевірити, чи слід додати це ребро до загального шляху чи ні. Перевіримо, наскільки збільшиться ціна перевищення за маршрутом без поточного ребра розгалуження. Перевірку здійснюємо шляхом заміни нуля з найбільшою оцінкою M (нескінченність), після чого здійснюємо редукцію матриці.

	1	2	3	4
1	M	30	120	75
2	0(0)	M	90.1	0(29.9)
3	29.9000000000000006	30	M	29.9
4	0(0)	0(30)	0(90.1)	M

Рисунок 4.2 – Проміжна матриця

Редукцію матриці здійснюємо шляхом пошуку у вихідній матриці мінімальних значень у кожному рядку та їх по-елементного віднімання від усіх

елементів рядка. В отриманій матриці в кожному стовпці визначаємо мінімальне значення і по-елементне віднімаємо його від усіх елементів стовпця (рис. 4.3).

	1	2	3	4	
1	M	30 ₀	120 ₀	75 ₄₅	30
2	0 ₀	M	90.1 _{0.099999999999999432}	0 ₀	0
3	29.900000000000006 _{7.105427357601002e-15}	30 _{0.100000000000000142}	M	29.9 ₀	29.9
4	0 ₀	0 ₀	M	M	0
	0	0	90	0	149.9

Рисунок 4.3 – Проміжна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо, наскільки збільшиться ціна пересування маршрутом без поточного ребра розгалуження.

$$H(4^*, 3^*) = 149,9.$$

Перевіримо, наскільки збільшується ціна пересування маршрутом, якщо ми додаємо поточне ребро розгалуження до загального шляху. І на підставі цих даних ми вирішимо додати ребро розгалуження до загального шляху або вигідніше вибрати інший шлях.

Перевірка здійснюється шляхом виключення з матриці і-го рядка та j-го стовпця, де і, j – це індекс елемента щодо якого проводиться рішення.

В отриманій матриці необхідно замінити на М (нескінченність), елемент під індексом зворотному до того, що має елемент, щодо якого проводиться рішення.

Потім знаходимо найменші значення рядків і стовпчиків матриці.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганає С.А.							45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Після чого для кожного нуля матриці обчислюємо суму найменших значень у рядках та стовпцях, де розташовані відповідні нулі, не беручи до уваги самі нулі.

Отримані значення записуємо у круглі дужки (рис. 4.4).

	1	2	4	
1	M	0(45.1)	45	0
2	0(7.105427357601002e-15)	M	0(45)	0
3	7.105427357601002e-15	0.100000000000000142	M	7.105427357601002e-15
	0	0	0	7.105427357601002e-15

Рисунок 4.4 – Проміжна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо ціну пересування через поточне ребро розгалуження.

$$H(4,3) = 7.105427357601002e-15$$

Так як $H(4,3) \leq H(4^*,3^*)$, то включаємо це ребро у загальний шлях.

$$D = 120.9 + 7.105427357601002e-15$$

Ітерація: 2.

Подальше рішення проводимо щодо нуля із найбільшою, розрахованою на попередньому етапі, оцінкою.

Індекс, під яким знаходиться даний нуль, вказує на ребро розгалуження. Необхідно перевірити, чи слід додати це ребро до загального шляху чи ні.

Перевіримо, наскільки збільшиться ціна перевищення за маршрутом без поточного ребра розгалуження. Перевірку здійснюємо шляхом заміни нуля з найбільшою оцінкою M (нескінченність), після чого здійснюємо редукцію матриці.

Редукцію матриці здійснюємо шляхом пошуку у вихідній матриці мінімальних значень у кожному рядку та їх по-елементного віднімання від усіх

елементів рядка. В отриманій матриці в кожному стовпці визначаємо мінімальне значення і по-елементне віднімаємо його від усіх елементів стовпця (рис. 4.5).

	1	2	4	
1	M	M	45 ₀	45
2	0 ₀	M	0 ₀	0
3	0 ₀	0.099999999999999432 ₀	M	0
	0	0.099999999999999432	0	45.0999999999999994

Рисунок 4.5 – Проміжна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо, наскільки збільшиться ціна пересування маршрутом без поточного ребра розгалуження.

$$H(1^*, 2^*) = 45.$$

Перевіримо, наскільки збільшується ціна пересування маршрутом, якщо ми додаємо поточне ребро розгалуження до загального шляху. І на підставі цих даних ми вирішимо додати ребро розгалуження до загального шляху або вигідніше вибрати інший шлях.

Перевірка здійснюється шляхом виключення з матриці і-го рядка та j-го стовпця, де і, j – це індекс елемента щодо якого проводиться рішення.

В отриманій матриці необхідно замінити на М (нескінченність), елемент під індексом зворотному до того, що має елемент, щодо якого проводиться рішення.

Потім знаходимо найменші значення рядків і стовпчиків матриці.

Після чого для кожного нуля матриці обчислюємо суму найменших значень у рядках та стовпцях, де розташовані відповідні нулі, не беручи до уваги самі нулі.

Отримані значення записуємо у круглі дужки (рис. 4.6).

	1	4	
2	M	0 ₀	0
3	0 ₀	M	0
	0	0	0

Рисунок 4.6 – Остаточна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо ціну пересування через поточне ребро розгалуження.

$$H(1,2) = 0$$

Оскільки $H(1,2) \leq H(1^*, 2^*)$, то включаємо це ребро у загальний шлях.

Відповідь:

Довжина всього маршруту: $D = 120.9 + 7.105427357601002e-15 + 0 + 0 + 0 = 120.9$ км.

Маршрут: $H(4,3) \Rightarrow H(1,2) \Rightarrow H(3,1) \Rightarrow H(2,4)$

Розрахунок другого маршруту виконується аналогічно.

Почнемо розв'язання задачі з попереднього етапу. Для цього шукаємо найменші значення по рядках матриці (виписуємо їх у зелену колонку, праворуч від матриці) та по-елементне їх віднімаємо, отримуючи проміжну матрицю. Потім, для отриманої матриці, шукаємо найменші значення по стовпчикам. Записуємо їх у синій рядок унизу матриці (рис. 4.7)

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

	1	2	3	4	
1	M	45.7 ₀	83.7 ₃₈	113 _{67.3}	45.7
2	45.7 _{7.6000000000000001}	M	38.1 ₀	67.2 _{29.1}	38.1
3	83.7 _{54.4000000000000006}	38.1 _{8.8}	M	29.3 ₀	29.3
4	113 ₀	67.2 _{-45.8}	29.3 _{-83.7}	M	113
	0	-45.8	-83.7	0	96.6000000000000001

Рисунок 4.7 – Початкова матриця другого маршруту

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і привласнюємо отримане значення накопичувальній змінній дискримінант довжини D.

$$D = 96,6.$$

Для проміжної матриці по-елементне віднімаємо найменші значення по стовпчикам. Таким чином у кожному рядку та стовпчику отримуємо, як мінімум, один нуль. Для кожного нуля матриці обчислюємо суму найменших значень у рядках та стовпцях, де розташовані відповідні нулі, не беручи до уваги самі нулі. Отримані значення записуємо у круглі дужки (рис. 4.8).

Ітерація: 1

Подальше рішення проводимо щодо нуля із найбільшою, розрахованою на попередньому етапі, оцінкою. Індекс, під яким знаходиться даний нуль, вказує на ребро розгалуження. Необхідно перевірити, чи слід додати це ребро до загального шляху чи ні. Перевіримо, наскільки збільшиться ціна передвіщення за маршрутом без поточного ребра розгалуження. Перевірку здійснюємо шляхом заміни нуля з найбільшою оцінкою M (нескінченність), після чого здійснюємо редукцію матриці.

	1	2	3	4
1	M	45.8	121.7	67.3
2	7.6000000000000001	M	83.7	29.1
3	54.4000000000000006	54.599999999999994	M	0(83.5)
4	0(7.6000000000000001)	0(45.8)	0(83.7)	M

Рисунок 4.8 – Проміжна матриця

Редукцію матриці здійснюємо шляхом пошуку у вихідній матриці мінімальних значень у кожному рядку та їх по-елементного віднімання від усіх елементів рядка. В отриманій матриці в кожному стовпці визначаємо мінімальне значення і по-елементне віднімаємо його від усіх елементів стовпця (рис. 4.9).

	1	2	3	4	
1	M	45.8 ₀	121.7 ₀	67.3 _{21.5}	45.8
2	7.6000000000000001 ₀	M	83.7 _{0.1999999999998863}	29.1 _{21.5}	7.6000000000000001
3	54.4000000000000006 _{54.4000000000000006}	54.599999999999994 _{54.599999999999994}	M	0 ₀	0
4	0 ₀	0 ₀	M	M	0
	0	0	75.9	0	129.3

Рисунок 4.9 – Проміжна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо, наскільки збільшиться ціна пересування маршрутом без поточного ребра розгалуження.

$$H(4^*, 3^*) = 129,3.$$

Перевіримо, наскільки збільшується ціна пересування маршрутом, якщо ми додаємо поточне ребро розгалуження до загального шляху. І на підставі цих

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

даних ми вирішимо додати ребро розгалуження до загального шляху або вигідніше вибрати інший шлях.

Перевірка здійснюється шляхом виключення з матриці i -го рядка та j -го стовпця, де i, j – це індекс елемента щодо якого проводиться рішення.

В отриманій матриці необхідно замінити на M (нескінченність), елемент під індексом зворотному до того, що має елемент, щодо якого проводиться рішення.

Потім знаходимо найменші значення рядків і стовпчиків матриці.

Після чого для кожного нуля матриці обчислюємо суму найменших значень у рядках та стовпцях, де розташовані відповідні нулі, не беручи до уваги самі нулі.

Отримані значення записуємо у круглі дужки (рис. 4.10).

	1	2	4	
1	M	0(76.1)	21.5	0
2	0(75.9)	M	21.5	0
3	54.4000000000000006	54.599999999999994	M	54.4000000000000006
	0	0	21.5	75.9

Рисунок 4.10 – Проміжна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо ціну пересування через поточне ребро розгалуження.

$$H(4,3) = 75,9$$

Так як $H(4,3) \leq H(4^*,3^*)$, то включаємо це ребро у загальний шлях.

$$D = 96.600000000000001 + 75.9$$

Ітерація: 2.

Подальше рішення проводимо щодо нуля із найбільшою, розрахованою на попередньому етапі, оцінкою.

Індекс, під яким знаходиться даний нуль, вказує на ребро розгалуження. Необхідно перевірити, чи слід додати це ребро до загального шляху чи ні.

Перевіримо, наскільки збільшиться ціна перевищення за маршрутом без поточного ребра розгалуження. Перевірку здійснюємо шляхом заміни нуля з найбільшою оцінкою M (нескінченність), після чого здійснюємо редукцію матриці.

Редукцію матриці здійснюємо шляхом пошуку у вихідній матриці мінімальних значень у кожному рядку та їх по-елементного віднімання від усіх елементів рядка. В отриманій матриці в кожному стовпці визначаємо мінімальне значення і по-елементне віднімаємо його від усіх елементів стовпця (рис. 4.11).

	1	2	4	
1	M	M	0 ₀	0
2	0 ₀	M	0 ₀	0
3	0 ₀	0.19999999999998863 ₀	M	0
	0	0.19999999999998863	0	0.19999999999998863

Рисунок 4.11 – Проміжна матриця

Знаходимо суму найменших значень за рядками та стовпцями і таким чином визначаємо, наскільки збільшиться ціна пересування маршрутом без поточного ребра розгалуження.

$$H(1^*, 2^*) = 0,19.$$

Перевіримо, наскільки збільшується ціна пересування маршрутом, якщо ми додамо поточне ребро розгалуження до загального шляху. І на підставі цих даних ми вирішимо додати ребро розгалуження до загального шляху або вигідніше вибрати інший шлях.

Перевірка здійснюється шляхом виключення з матриці i -го рядка та j -го стовпця, де i, j – це індекс елемента щодо якого проводиться рішення.

В отриманій матриці необхідно замінити на M (нескінченність), елемент під індексом зворотному до того, що має елемент, щодо якого проводиться рішення.

Потім знаходимо найменші значення рядків і стовпчиків матриці. Після чого для кожного нуля матриці обчислюємо суму найменших значень у рядках та стовпцях, де розташовані відповідні нулі, не беручи до уваги самі нулі.

Отримані значення записуємо у круглі дужки (рис. 4.12).

		1	4	
2	M	0 ₀		0
3	0 ₀	M		0
	0	0	0	

Рисунок 4.12 – Остаточна матриця

$$H(1,2) = 0$$

Оскільки $H(1,2) \leq H(1^*, 2^*)$, то включаємо це ребро у загальний шлях.

Відповідь:

Довжина всього маршруту 2: $D = 96.60000000000001 + 75.9 = 172.5$

Маршрут 2:

$$H(4,3) \Rightarrow H(1,2) \Rightarrow H(3,1) \Rightarrow H(2,4)$$

Маршрути схематично зображені на рисунках 4.13 та 4.14. Пунктирною лінією показано рух автомобіля без вантажу, а суцільною – з вантажем.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 4.13 – Перший маршрут



Рисунок 4.14 – Другий маршрут

На підставі розрахунків методом комівояжера було обрано перший маршрут, оскільки він має меншу довжину.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

Під час проходження практики було складено транспортно-технологічну схему перевезення цементу в межах Дніпропетровської області

У першому розділі було проаналізовано статистику ринку цементу в Україні, розглянуто основних виробників.

Ринок цементу перебуває у стадії зрілості і перебуває в цій стадії ще щонайменше десятки років. Дослідження та розробки не відіграють важливу роль і в основному полягають у покращенні існуючої продукції та виробничих процесів. Ступінь диференціації продукції над ринком цементу обмежена. Продукцію стандартизовано, у зв'язку з необхідністю дотримання технічних стандартів (зокрема, будівельних норм, процедур сертифікації тощо). У 2022 році спостерігається спад на ринку, що пов'язано із загальним спадом ринку будівництва. Незважаючи на погіршення ділової активності у 2022 році порівняно з 2021 роком, у 2023 році порівняно з 2022 роком загалом спостерігаються більш позитивні очікування на ділову активність підприємств будівництва. Найбільшими виробниками цементу в Україні є ПрАТ «Хайдельбергцемент Україна», ПрАТ «Цементник (Кам'янець-Подільський)», ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», ПрАТ «Івано-Франківськцемент», ПрАТ «Запоріжцемент», ПрАТ «Південцемент» (Кривий Ріг), Амвросіївський цементний завод, Балцем (Балта), Цемент України, Краматорський цементний завод "Пушка".

У другому розділі було проаналізовано технологічні схеми і комплексні системи доставки та складування цементу. Було розглянуто шість основних технологічних схем перевезення та розвантаження цементу. Надано опис технологічних схем та висвітлені переваги кожної із них, конкретна сфера використання.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

У третьому розділі було розроблено схеми доставки цементу в межах дніпропетровської області. По-перше висвітлені аспекти доставки цементу в межах регіону. Потім здійснено вибір вантажу та його транспортна характеристика. Обрано для перевезення продукцію ПрАТ “Кривий Ріг Цемент”, розглянуто характеристики вантажу. Одиниця вантажу має масу 25 кг та габарити 180×250×250 мм. Всього перевозиться 540 одиниць. Обрано транспортний засіб для перевезення – вантажний автомобіль сідельний тягач Mercedes-Benz Actros 2012. Потім було спроектовано розміщення вантажних одиниць в кузові транспортного засобу. Також проаналізовано можливу схему доставки цементу в межах регіону.

Четвертий розділ присвячений розв’язанню задачі визначення оптимального маршруту доставки цементу автомобільним транспортом у дніпропетровському регіоні методом комівояжера. Наведено постановку задачі розробки маршруту методом комівояжера. Розв’язання задачі методом гілок та меж за допомогою Інтерне-онлайн сервісу Online Calculator. Так було обрано два маршрути до перевезення: м. Кривий Ріг – с. Широке – м. Апостолово – м. Покров та м. Кривий Ріг — м. Апостолово – м. Покров – м. Нікополь. За результатом розв’язку задачі комівояжера було обрано більш оптимальний до перевезення перший маршрут.

Завдання кваліфікаційної роботи бакалавра виконане в повному обсягу.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Як «заміна італійців на ірландців» позначиться на ринку цементу в Україні URL: <https://thepage.ua/ua/economy/koncentraciya-na-rinku-cementu-v-ukrayini>
2. Гончаров Д.Р., Павленко О.В. Визначення раціонального варіанту організації доставки цементу та цементних сумішей автомобільним транспортом, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, с. 15-16
3. Історія становлення цементної галузі в Україні URL: <http://ukrcement.com.ua/novini/informatsiya/767-istoriia-stanovlennia-tsementnoi-haluzi-v-ukraini-1.html>
4. Топ-10 виробників цементу: якість та ціни в Україні на 2024 рік URL: https://novatorstroy.com/ua/pres-relizi/top-10-virobnikiv-cementu-yakist-ta-cini-v-ukrayini-na-2024-rik/?srsltid=AfmBOoo0tM6S-KC7N3csHGOAO7t8nVrbLDeQ_HlCsvgZKtclWxg2_vc-
5. Рейтинг Цементних Заводів України від Ukrainian Business Award URL: <https://uba.top/cement-plants/>
6. Компанія Кривий Ріг цемент URL: <https://krcement.com/>
7. Транспортні характеристики вантажів URL: <https://maritimeforum.net/data/spravochnik/transportnye-harakteristiki-gruzov-tz.html>
8. Транспортні характеристики MAN TGX 2010 URL: https://auto.ria.com/uk/auto_man_tgx_36851602.html
9. Транспортні характеристики Mercedes-Benz Actros 2012 URL: https://auto.ria.com/uk/auto_mercedes_benz_actros_37248940.html
10. Міністерство освіти і науки України Університет митної справи та фінансів, Методичні рекомендації до виконання контрольної роботи з дисципліни “Вантажні перевезення” на тему «Організація міжнародних

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ				Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.							57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

перевезень вантажів автомобільним транспортом» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», Дніпро, 2018, 27 с.

11. Розміщення вантажних місць URL:
<https://www.searates.com/ru/reference/stuffing/>

12. Задача комівояжера. Математична постановка задачі. URL:
<https://www.mathros.net.ua/zadacha-komivojazhera-matematychna-postanovkazadachi.html>

13. Меньшикова О. В., Чмир О. Ю., Карабин О. О. Дослідження операцій : навчальний посібник. Львів : ЛДУ БЖД, 2019. 196 с.

14. Онлайн Калькулятор: Задача Комівояжера. URL:
<https://linprog.com/ru/main-traveling-salesman-problem/result;queryParams=%7B%22n%22:4,%22m%22:4,%22values%22:%5B%5Bnull,%2229.9%22,%2274.9%22,%22113%22%5D,%5B%2229.9%22,null,%2245%22,%2238%22%5D,%5B%2274.9%22,%2245%22,null,%2283%22%5D,%5B%22113%22,%2283%22,%2238%22,null%5D%5D%7D>

15. Компанія CBR. Індустрії маркетингових досліджень. URL:
<https://cbr.com.ua/>

16. Компанія Будпостачальник. URL: <https://pp-budpostach.com.ua/ua/a118334-proizvodstvo-tsementa-suhim.html>

17. Луценко І. Управління ланцюгами поставок: Навч. посіб. Київ, 2022. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/69cafc6df794-4275-a563-f8e6156c7bf1/content> (дата звернення: 10.04.2024).

18. Вільковський, Є. К. Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство : навч. посібник . Львів: Інтелект-Захід, 2007. 495 с.

19. Економіка підприємства : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. В. І. Гринчуцький, Е. Т. Карапетян, Б. В. Погріщук . Терноп. нац. екон. ун-т. К. : Центр учбової л-ри, 2010. 304 с.

Виконав	Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

20. *Босняк, М. Г.* Вантажні автомобільні перевезення: навч. посібник / К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. 408 с.

21. *Воркут, А. И.* Грузовые автомобильные перевозки . К.: Высшая школа, 1986. 447 с.

22. *Дудар, Т.Г., Волошин Р.В.* Основи логістики: навч. посібник . К.: ЦУЛ, 2012. 176с.

23. *Банько, В. Г.* Логістика: навч. посібник (2-е видання, перероб.) К.: КНТ, 2007. 332 с.

24. *Зінь Е.А.* Управління автомобільним транспортом: Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2011. 326 с.

25. *Крикавський Є.В., Чорнописька Н.В.* Логістичні системи: Навч. посібник. Львів: Нац. ун-т «Львів. політехніка», 2009. 263 с.

Виконав		Рижко М.А.			КРБ 275 18 ПЗ	Арк.
Перевірив		Разганаєв С.А.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА
на тему:
«РОЗРОБКА СХЕМИ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ В МЕЖАХ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

студентки групи Т21-1
Рижко Марії Андріївни

Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

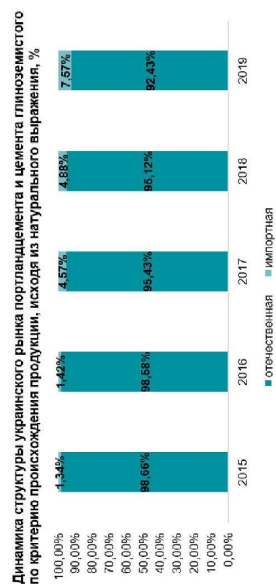
Керівник кваліфікаційної роботи
бакалавра:
кандидат технічних наук, доцент
кафедри транспортних технологій та
міжнародної логістики
С.А.Разгонов

(підпис)

Дніпро
2025

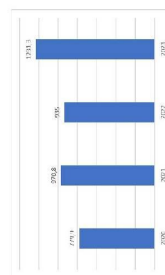
АНАЛІЗ СТАТИЧНИХ ДАНИХ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ В УКРАЇНІ ЗА 2020 – 2024 РОКИ

Динаміка зміни структури ринку цементу в Україні

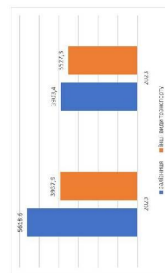


Источник: данные / государственной статистики Украины, оценка Pro-Consulting

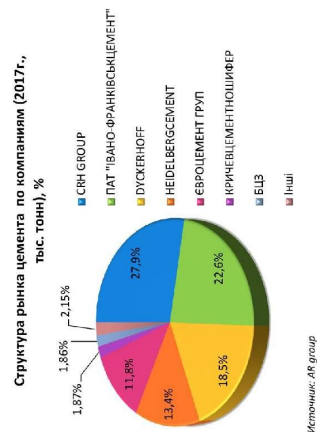
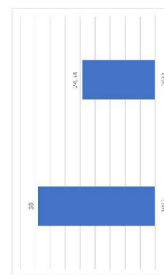
Статистика експорту цементу з України за 2020 – 2023 роки у тис. т.



Статистика відправлень цементу за 2020 та 2023 роки у тис. т.



Статистика імпорту цементу в Україну за 2022 □ 2023 роки у тис. т.

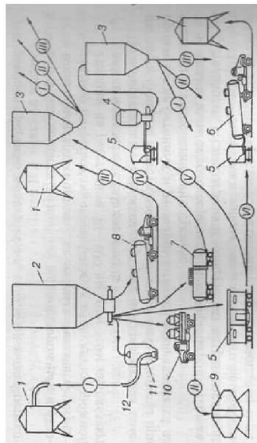


Источник: AR group

[illegible]

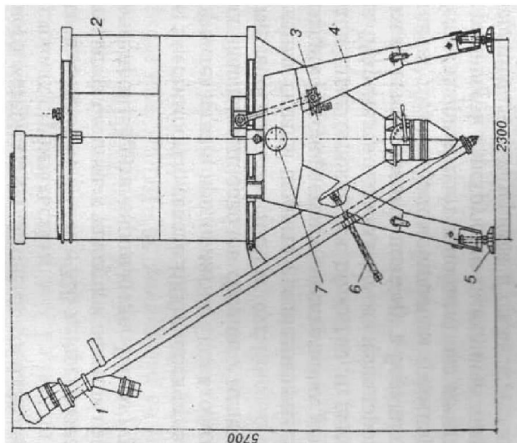
ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ І КОМПЛЕКСНІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ТА СКЛАДУВАННЯ ЦЕМЕНТУ

Технологічні схеми доставки цементу наземним транспортом



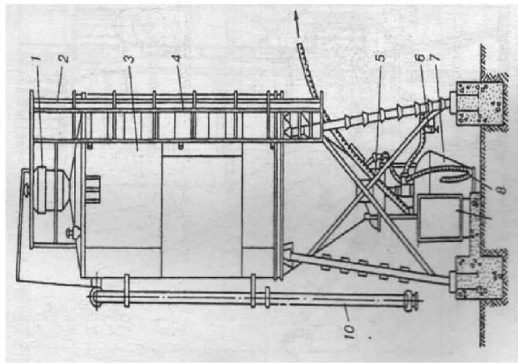
1 – приїжджий вагон, 2 – силос, 3 – конвеєр чи лійка, 4 – силос, 5 – конвеєр чи лійка, 6 – силос, 7 – конвеєр чи лійка, 8 – силос, 9 – конвеєр чи лійка, 10 – силос, 11 – конвеєр чи лійка, 12 – силос

Інвентарний самперекідний склад цементу місткістю 13 т.



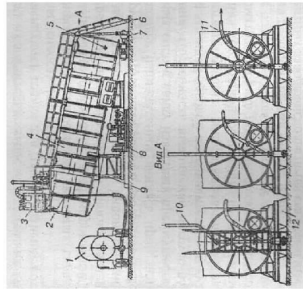
1 – шнековий конвеєр, 2 – силос, 3 – конвеєр чи лійка, 4 – лійка, 5 – силос, 6 – силос, 7 – бункер

Інвентарний цементний склад



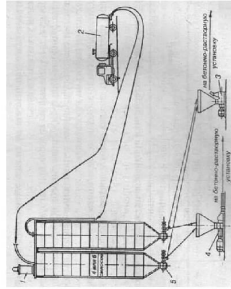
1, 2, 3 – силос, 4 – шнековий конвеєр, 5 – силос, 6 – конвеєр чи лійка, 7 – силос, 8 – конвеєр чи лійка, 9 – силос, 10 – силос

Швидкозмонтований склад цементу місткістю 300 т (притрасовий варіант).



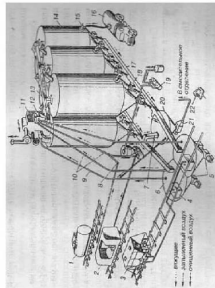
1 – конвеєр, 2 – силос, 3 – конвеєр чи лійка, 4 – силос, 5 – конвеєр чи лійка, 6 – силос, 7 – конвеєр чи лійка, 8 – силос, 9 – конвеєр чи лійка, 10 – силос, 11 – конвеєр чи лійка, 12 – силос, 13 – конвеєр чи лійка, 14 – силос, 15 – конвеєр чи лійка, 16 – силос, 17 – конвеєр чи лійка, 18 – силос, 19 – конвеєр чи лійка, 20 – силос, 21 – конвеєр чи лійка, 22 – силос

Притрасовий склад цементу



1 – конвеєр, 2 – силос, 3 – конвеєр чи лійка, 4 – силос, 5 – конвеєр чи лійка, 6 – силос, 7 – конвеєр чи лійка, 8 – силос, 9 – конвеєр чи лійка, 10 – силос, 11 – конвеєр чи лійка, 12 – силос, 13 – конвеєр чи лійка, 14 – силос, 15 – конвеєр чи лійка, 16 – силос, 17 – конвеєр чи лійка, 18 – силос, 19 – конвеєр чи лійка, 20 – силос, 21 – конвеєр чи лійка, 22 – силос

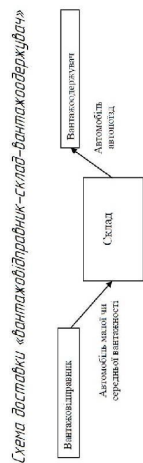
Схема автоматизованого прилежничного складу цементу



КРБ 275-18		Розроблено		Виконано		Перевірено		Затверджено	
Ім'я	Підрозділ	Ім'я	Підрозділ	Ім'я	Підрозділ	Ім'я	Підрозділ	Ім'я	Підрозділ
В.В.В.	ІНЖ.ІНЖ.	В.В.В.	ІНЖ.ІНЖ.	В.В.В.	ІНЖ.ІНЖ.	В.В.В.	ІНЖ.ІНЖ.	В.В.В.	ІНЖ.ІНЖ.
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.	
В.В.В.		В.В.В.		В.В.В.					

РОЗРОБКА СХЕМИ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ В МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Продукція Підденьцемент: Цемент М400 Кривий Ріг, 25кг



Виділіть транспортного засобу для перевезення



Схема доставки «Вантажові іграшки» – вантажодержувач»

[illegible]

$$Q_t = \frac{U_t}{100 \sigma_n \gamma \beta_t} + \frac{U_{\sigma}}{100}$$

пробігу, л;

$n_{\text{н}}$ - норма на транспортну роботу, л (в дизельних автомобілях становить 1,3);

 q_m – вантажність, т;

α - коефіцієнт статистичного використання вантажу;

β_i - коефіцієнт використання пробігу.

Розрахуємо витрати палива для MAN TGX 2010:

$$q_e = \frac{26}{90 \cdot 16,7 \cdot 1 - 0,83} + \frac{1,3}{100} = 0,03384 \text{ u/r - km}$$

Розрахуємо витрати палива для Mercedes-Benz Actros 2012:

$$\theta_i = \frac{25}{400 - 15 \cdot 3 - 4 - 0,02} + \frac{1,3}{400} = 0,03295 \pi / \text{TKM}$$

№	Платник	Умови позачени	Медія запису Медіа MAN:GX 2010 Beats Atrios 15.1
1	Вантажник, 7	%	1
2	Коэффициент статистический замерения везику	γ	3.5
3	Коэффициент статистический замерения везику	$\gamma_{\text{в.р}}$	3.5
4	Коэффициент замера пробы	β_i	0.83
5	Вспомогательная	$I_{\text{в}}$	925
6	Тепловая	$v_{\text{в}}$	90
7	Вспомогательная	$n_{\text{в}}$	26
8	Нормы на транспортную пробы	$n_{\text{в}}$	1.3
9	Суммарный коэффициент, %	$\Sigma_{\text{в}}$	20

[illegible]

Математична похибка зводиться до кількох елементів, найголовніші з яких:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} + min$$

де c_{ij} — сукупна відстань між усіма застосовуваними $c_{ij} = 1/n$. При цьому наближається певній обмеження. Обмеження на одержуваний вихід з складу назови:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 1, n)$$

Обмеження на одержуваний вихід в складі назови:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1, n)$$

Таблиця 1 – Матриця відповідей для першого мажорити

Дү-сім	Күтіміз	Шығары	Анағрамы	Түркі
Күтіміз	Күтіміз	Х	74,9	113
Шығары	Шығары	29,9	4,5	83
Анағрамы	Анағрамы	74,9	4,5	38,1
Түркі	Түркі	113	38,1	Х

Таблиця 2 – Матриця відповідей для другого модифікатора

Түрлері	Араланды	Паразит	Хищник
Түлкі	45,7	83,7	113
Қарлан Піз	Х		
Қарлан Піз	45,7	38,1	67,2
Араланды		Х	29,3
Паразит	83,7	Х	
Хищник	113	29,3	Х

Початкова матриця

1329	4	75	29%	74.9%	113,811
1330	4	75	29%	74.9%	113,811
1331	4	75	29%	74.9%	113,811
1332	4	75	29%	74.9%	113,811
1333	4	75	29%	74.9%	113,811
1334	4	75	29%	74.9%	113,811
1335	4	75	29%	74.9%	113,811
1336	4	75	29%	74.9%	113,811
1337	4	75	29%	74.9%	113,811
1338	4	75	29%	74.9%	113,811
1339	4	75	29%	74.9%	113,811
1340	4	75	29%	74.9%	113,811
1341	4	75	29%	74.9%	113,811
1342	4	75	29%	74.9%	113,811
1343	4	75	29%	74.9%	113,811
1344	4	75	29%	74.9%	113,811
1345	4	75	29%	74.9%	113,811
1346	4	75	29%	74.9%	113,811
1347	4	75	29%	74.9%	113,811
1348	4	75	29%	74.9%	113,811
1349	4	75	29%	74.9%	113,811
1350	4	75	29%	74.9%	113,811

0	30	75	120.9
---	----	----	-------

ПРОМІЖНО МОТОРИ

	1	2	3	4
M	M	30	120	75
(00)	(00)	M	90.1	0(29.9)
29 9000000000000006		30	M	29.9
(00)		0(30)	0(90.1)	M

Проміжна матриця

	1	2	4
1	M	0(45.1)	45
2	0(7.105427357601002e-15)	M	0(45)
3	7.105427357601002e-15	0.10000000000000142	M
4	0	0	0

Остаточна матриця першого маршруту

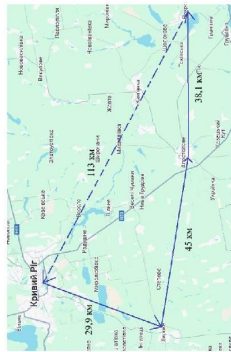
1	4	0	0
2	M	0 ₀	0
3	0 ₀	M	0

Остаточна матриця другого порядку

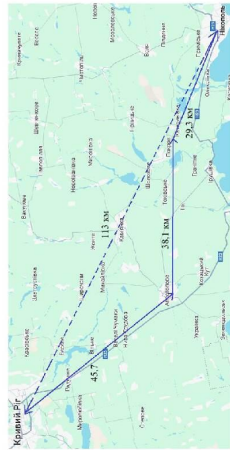
1	4		
2	0_0	0_0	0
3	0_0	M	0
			0

На підставі розрахунків методом коміюжера було обрано перший маршрут, оскільки він має меншу довжину.

Перший магістр



Другую маршрўт

[illegible]