Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Здобувача вищої освіти Чепурної Ірини Олександрівни

академічної групи 124-21-2

спеціальності 124 Системний аналіз

за освітньо-професійною програмою Системний аналіз

на тему: «Аналіз та оптимізація процесу транспортування медичної продукції в умовах підприємства ТОВ «БаДМ»»

Керівники	**Прізвище, ініціали**	**Оцінка за шкалою**		**Підпис**
		рейтинговою	**інституційною**	
кваліфікаційної роботи	*к.ф-м.н., проф. Ус С. А.*			
розділів:				
Інформаційно-аналітичний	*к.ф-м.н., проф. Ус С. А.*			
Спеціальний	*к.ф-м.н., проф. Ус С. А.*			
Рецензент				
Нормоконтролер	*к.ф-м.н., доц. Хом'як Т. В.*			

Дніпро

2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ *к.т.н., доц., Желдак Т. А.*
(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____20___року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня *бакалавра*

здобувачу вищої освіти *Чепурній І. О.* **академічної групи** *124-21-2*
спеціальності: *124 Системний аналіз*
за освітньо-професійною програмою Системний аналіз
на тему *«Аналіз та оптимізація процесу транспортування медичної продукції в умовах підприємства ТОВ «БаДМ»»*
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 18.05.2025 р. №268-с

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Обґрунтувати методи виконання поставлених завдань	10.01.2025-15.04.2025
2. Спеціальний розділ	Розв'язати поставлену задачу оптимізації перевезень в умовах невизначеності для ТОВ «БаДМ», зокрема розробити математичну модель оптимізаційної задачі з нечіткими параметрами та розв'язати її, враховуючи обмеження.	01.05.2025-01.06.2025

Завдання видано _____ проф. Ус С. А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 05.01.2025 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання _____ Чепурна І. О.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 59 сторінок, 20 таблиць, 13 рисунків, 19 джерел літератури.

Об'єкт дослідження: діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «БаДМ».

Предмет дослідження: методи підвищення ефективності діяльності підприємства шляхом оптимізації логістичних процесів в умовах невизначеності.

Мета дипломної роботи: оптимізація логістичних процесів ТОВ «БаДМ».

Актуальність обраної теми полягає в тому, що транспортування продукції є постійним завданням підприємства, тому мінімізація витрат на логістику є однією з найважливіших задач управління дистриб'юторським підприємством.

В *інформаційно-аналітичному розділі* було проведено аналіз ТОВ «БаДМ» та наведено відомості щодо функціонування логістичного департаменту.

У *спеціальному розділі* було розроблено математичну модель мінімізації витрат на логістику для ТОВ «БаДМ». Також, було створено експертну систему, що допомагає обрати оптимальний транспортний засіб для перевезення фармацевтичних препаратів.

Практична цінність отриманих результатів полягає у забезпеченні прийняття обгрунтованих рішень з управління логістичними процесами в умовах невизначеності.

В якості методів дослідження при формуванні оптимального плану перевезень використовувався метод послідовної редукції. Розрахунки були проведені за допомогою табличного процесору MS Excel.

Ключові слова: ОПТИМАЛЬНІЙ ПЛАН ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ, ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, МІНІМАЛЬНЕ ЗАМОВЛЕННЯ, МЕТОД ПОСЛІДОВНОЇ РЕДУКЦІЇ, ВИБІР ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ, ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА.

ABSTRACT

Explanatory slip: 59 pages, 20 tables, 13 figures, 19 sources.

The object of research: the performance of BaDM Limited Liability Company.

Subject of research: methods of improving the efficiency of the enterprise by optimising logistics processes under conditions of uncertainty.

Purpose of the thesis: optimisation of logistics processes at BaDM LLC.

The relevance of the chosen topic lies in the fact that the transportation of products is a constant task of the enterprise, so minimising logistics costs is one of the most important tasks of managing a distribution enterprise.

In *the information and analysis section*, an analysis of BaDM LLC was carried out and theoretical information on the current functioning of the logistics department was provided.

In *the technical section*, we developed a mathematical model for minimising logistics costs for BaDM LLC and solved a transport problem. Also, an expert system was created to help choose the best vehicle for transporting pharmaceuticals.

The practical value of the results obtained is to ensure that informed decisions are made on the management of logistics processes under conditions of uncertainty.

The method of sequential reduction was used as a research method in the formation of the optimal transportation plan. The calculations were carried out using the MS Excel spreadsheet processor.

Keywords: OPTIMAL TRANSPORTATION PLAN, OPTIMISATION OF TRANSPORTATION UNDER UNCERTAINTY, TRANSPORTATION PROBLEM, MINIMUM ORDER, SEQUENTIAL REDUCTION METHOD, VEHICLE SELECTION, EXPERT SYSTEM.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ 8
1.1 Аналіз підприємства, загальна характеристика, опис структури 8
1.2 Бізнес-процеси підприємства 13
1.3 SWOT-аналіз підприємства 19
1.4 Визначення актуальних для підприємства задач 23
1.5 Задача оптимізації перевезень в умовах невизначеності 24
1.6 Економічний аналіз підприємства 27
Висновки до розділу 1 32
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ 34
2.1 Задача оптимізації перевезень в умовах невизначеності 34
2.1.1 Змістова постановка задачі 34
2.1.2 Розв’язання задачі 34
2.2 Задача вибору транспортного засобу для транспортування фармацевтичної продукції 42
2.2.1 Змістова постановка задачі 42
2.2.2 Створення бази знань 43
2.2.3 Реалізація на MiniES 47
Висновки до РОЗДІЛУ 2 52
ВИСНОВОК 54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 56
Додаток А 60
Додаток Б 61
Додаток В 62

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах динамічного розвитку ринкової економіки та постійних змін у транспортній галузі, ефективне управління логістичними процесами є постійно актуальним завданням і одним з ключових чинників підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Сучасна транспортна система характеризується значною нестабільністю тарифів, зумовленою впливом численних факторів: коливанням цін на пальне, сезонністю, політичними та економічними змінами, а також рівнем завантаженості маршрутів. В таких умовах традиційні методи планування перевезень, що базуються на точних та фіксованих тарифах, втрачають свою ефективність.

Застосування методів нечіткої логіки дає можливість моделювати реальні умови прийняття рішень, коли тарифні ставки подані у вигляді діапазонів; це дозволяє створювати більш гнучкі й адаптивні моделі планування перевезень.

Таким чином, розробка та впровадження моделей оптимізації перевезень з урахуванням нечітких параметрів є актуальним завданням, що має значну практичну цінність для підприємств, зацікавлених в ефективному управлінні логістичними витратами за умов невизначеності.

Об'єкт дослідження. Діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «БаДМ».

Предмет дослідження. Методи підвищення ефективності діяльності підприємства шляхом оптимізації логістичних процесів в умовах невизначеності.

Мета і завдання дослідження. Оптимізація логістичних процесів на підприємстві ТОВ «БаДМ».

Для досягнення цієї мети у кваліфікаційній роботі було поставлено і вирішено такі задачі:

- проведено аналіз структури та основних бізнес-процесів підприємства та виявлено актуальні для нього задачі;

- проведено SWOT-аналіз підприємства, виявлено його сильні та слабкі сторони, проведено оцінку можливостей та загроз і запропоновано стратегії діяльності, відповідно до результатів аналізу;
- побудовано математичну модель задачі оптимізації перевезень з урахуванням інтервально заданої вартості перевезень та розв’язано її методом послідовної редукції;
- розроблено експертну систему для вибору засоба транспортування фармацевтичної продукціїї з урахуванням технологічних вимог до зберігання.

Для розв’язання поставлених завдань були використані такі методи: аналіз бізнес-процесів, SWOT-аналіз, методи аналізу економічної дільності, статистичний аналіз, методи нечіткого математичного програмування та експертного оцінювання.

Практична цінність отриманих результатів полягає у забезпеченні прийняття обгрунтованих рішень з управління логістичними процесами в умовах невизначеності, що, в свою чергу, призводить до більш ефективного управління підприємством та зменшення витрат на логістику і можливості застосування отриманих результатів на інших підприємствах.

РОЗДІЛ 1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ

1.1 Аналіз підприємства, загальна характеристика, опис структури

Об'єктом дослідження є товариство з обмеженою відповідальністю «БаДМ». Відповідно до засновницьких документів основний вид діяльності товариства – 46.46 Оптова торгівля фармацевтичними товарами. Серед інших видів діяльності зазначено:

- Надання в оренду офісних машин і устаткування, у тому числі комп'ютерів;
- Надання в оренду інших машин, устаткування та товарів, н.в.і.у.;
- Надання комбінованих офісних адміністративних послуг;
- Організування конгресів і торговельних виставок;
- Надання інших допоміжних комерційних послуг, н.в.і.у.;
- Неспеціалізована оптова торгівля;
- Роздрібна торгівля комп'ютерами, периферійним устаткованням і програмним забезпеченням у спеціалізованих магазинах;
- Роздрібна торгівля меблями, освітлювальним приладдям та іншими товарами для дому в спеціалізованих магазинах;
- Роздрібна торгівля фармацевтичними товарами в спеціалізованих магазинах;
- Роздрібна торгівля медичними й ортопедичними товарами в спеціалізованих магазинах;
- Роздрібна торгівля косметичними товарами та туалетними приналежностями в спеціалізованих магазинах;
- Надання інших інформаційних послуг, н.в.і.у.;
- Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна;

- Діяльність у сфері права;
- Консультування з питань комерційної діяльності й керування;
- Рекламні агентства;
- Посередництво в розміщенні реклами в засобах масової інформації;
- Дослідження кон'юнктури ринку та виявлення громадської думки.

Адреса юридичної особи: 49040, Україна, Дніпропетровська обл., місто Дніпро, вулиця Панікахи, буд. 2.

Розмір статутного капіталу складає 10 000 000 грн.

Організаційно-правова форма і форма власності.

ТОВ «БаДМ» є юридичною особою. Воно має самостійний баланс, розрахунковий рахунок в банці, печать зі своїм найменуванням. Підприємство відноситься до приватної власності. «БаДМ» має в господарському веденні відособлене майно, може від свого імені набувати і здійснювати майнові права, нести обов'язки, бути позивачем і відповідачем в суді.

ТОВ «БаДМ» – дистриб’юторська організація, яка нічого не випускає. Завданням підприємства є знайти якомога більше постачальників, укласти договори і здійснити реалізацію продукції. Таким чином, «БаДМ» є торговим посередником. Підприємство самостійно планує свою діяльність і визначає перспективи розвитку, виходячи з економічної ефективності для забезпечення виробничого і соціального розвитку підприємства.

Джерелами формування майна і фінансових коштів є: доходи, зокрема у вільно конвертованій валюті, отримані від реалізації продукції (робіт, послуг), а також інших видів господарської діяльності; банківські і інші кредити.

Прибуток, що залишається у підприємства після сплати податків і обов'язкових платежів, знаходиться в його розпорядженні і витрачається ним

самостійно. Підприємство веде оперативний і бухгалтерський облік результатів своєї роботи та статистичну звітність.

ТОВ «БаДМ» несе повну майнову відповідальність за порушення договірних, кредитних, податкових, розрахункових операцій.

Загальна структура підприємства наступна:

1. Органи управління

Загальні збори учасників (Єдиний учасник); Генеральний директор; Наглядова рада – контролюючий.

2. Юридичний департамент

Відповідає за юридичне супроводження угод, договорів, а також за дотримання нормативно-правових вимог. В разі необхідності виступає представником компанії в суді.

3. Служба безпеки

Відповідає за фізичну охорону складів, здійснює контроль за дотриманням безпеки, а також захищає конфіденційну комерційну інформацію; займається перевіркою нових співробітників на предмет наявності судимостей, заборгованостей, тощо; проводять аналіз зовнішнього бізнес-середовища компанії (постачальники, конкуренти, клієнти).

4. Логістичний департамент

Включає в себе:

- сектор розподільчої логістики, чия задача виконувати замовлення, визначати оптимальні маршрути доставки, мінімізовувати витрати на логістику і тд;

- транспортний департамент, де виконується планування та управління транспортними засобами компанії;
- складський комплекс, який включає в себе велику кількість складів по всій Україні, робітники якого відповідають за організацію та контроль зберігання товару на складах, управління запасами та їхній облік.

5. Відділ закупівель

Відповідає за закупівлю товарів від постачальників, проводить перемовини щодо цін, умов постачання, отримання знижок і тд.

6. Маркетинговий департамент

Відповідає за реалізацію товарів, побудову відносин із клієнтами, маркетингові стратегії.

7. Комерційний департамент

Проводить аналіз комерційної діяльності, відповідальний за ціноутворення, відстежує діяльності конкурентів і забезпечує конкурентоспроможність компанії.

8. IT-департамент

Забезпечує функціонування IT-інфраструктури підприємства.

9. Відділ кадрів

Управляє набором персоналу, їх навчанням, розвитком та мотивацією.

10. Відділ якості

Контролює якість товарів, які входять на склад і виходять до клієнтів, а також дотримання стандартів і нормативів.

11. Відділ підтримки клієнтів

Займається обробкою замовлень та забезпеченням належного рівня обслуговування клієнтів.

Структура управління:

Підприємство ТОВ «БаДМ» використовує дивізіонну організаційну структуру управління. Така структура розподіляє співробітників по виробничому ланцюгу, формуючи департаменти, відділи, сектори базуючись на їхній діяльності. Таким чином утворюються структурні підрозділи зі своєю сферою відповідальності. Дивізіональна структура відповідає умовам динамічного середовища та організаціям життєвий цикл процесів яких відносно тривалий.

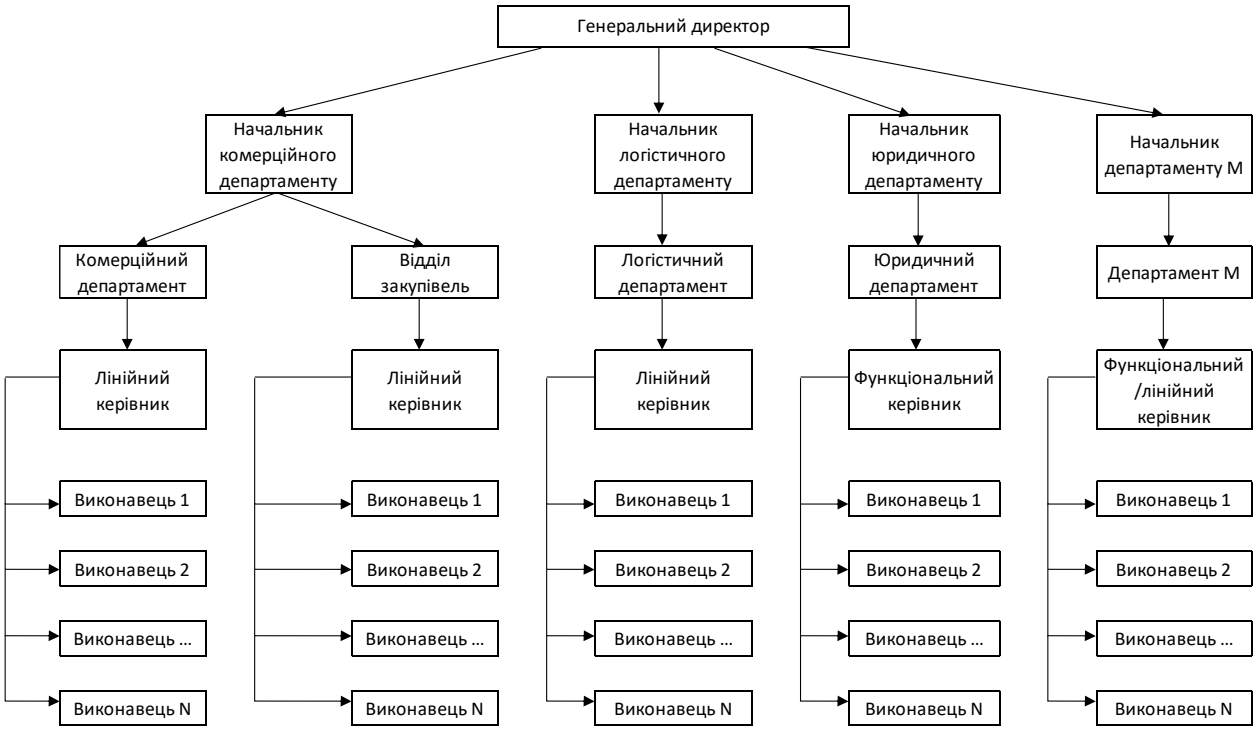

Рисунок 1.1 – Організаційна структура ТОВ «БаДМ»

Переваги дивізіонної оргструктури:

- дає можливість вищому керівництву зосередитись на вирішенні більш глобальних, стратегічних проблем;
- забезпечує ефективне управління багатопрофільним підприємством із великою кількістю працівників і територіально віддаленими підрозділами;
- підвищує рівень швидкості та якості прийнятих рішень, завдяки наближенню до місця проблеми;
- швидка адаптація до нестабільних умов ринку.

Недоліки дивізіонної оргструктури:

- високий рівень залежності співробітників певного підрозділу до свого керівництва
- робота може дублюватись і, відповідно, призводити до більших витрат
- обмежує професійний розвиток кадрів
- проблематичність встановлення оптимального рівня децентралізації

1.2 Бізнес-процеси підприємства

Бізнес-процес – це сукупність взаємопов'язаних дій або задач, які виконуються організацією для досягнення певної мети або результату. Ці дії можуть включати в себе різні етапи, від ініціювання до завершення, і часто охоплюють кілька функціональних підрозділів або департаментів компанії.

Для опису бізнес-процесів ТОВ «БаДМ» було використано IDEF1X (Integration DEFinition for Information Modeling) – це методологія, яка використовується для формування інформаційних моделей в графічному вигляді, що відображають структуру та семантику інформації всередині середовища або

системи. IDEF1X дає змогу будувати семантичні моделі даних, що можуть слугувати для підтримки управління даними як ресурсом, інтеграції інформаційних систем і побудови комп'ютерних баз даних.

Ініціалізуємо об’єкт дослідження:

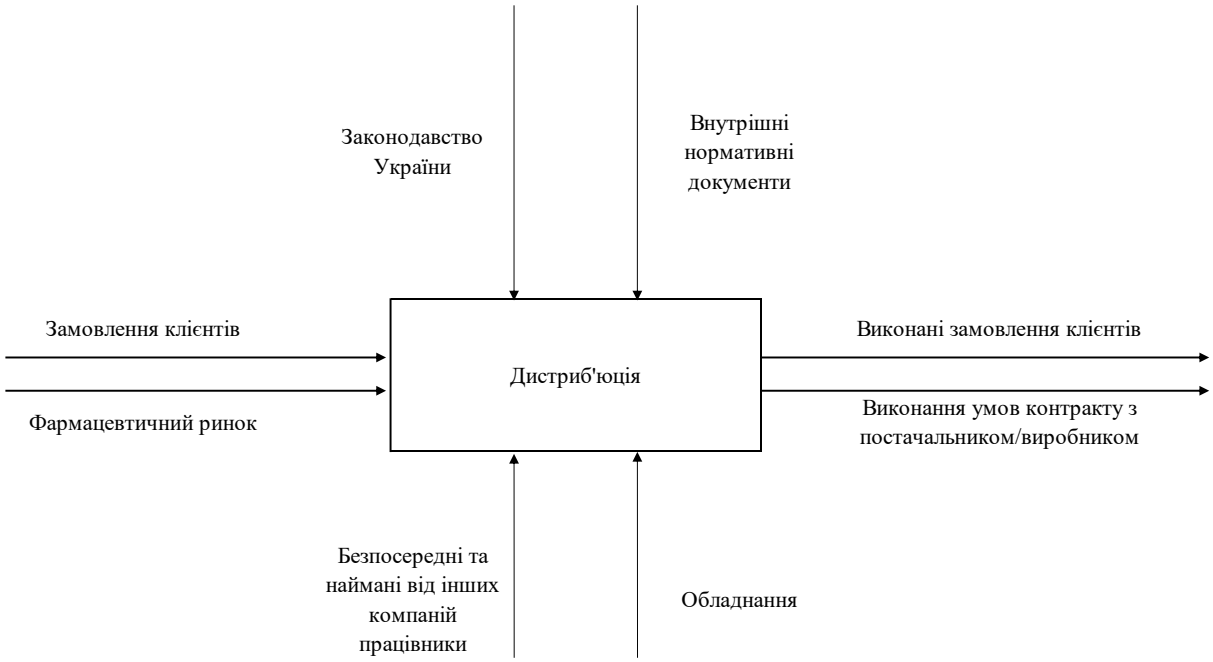

Рисунок 2.1 – Діаграма А0

Виконаємо декомпозицію верхнього рівня:

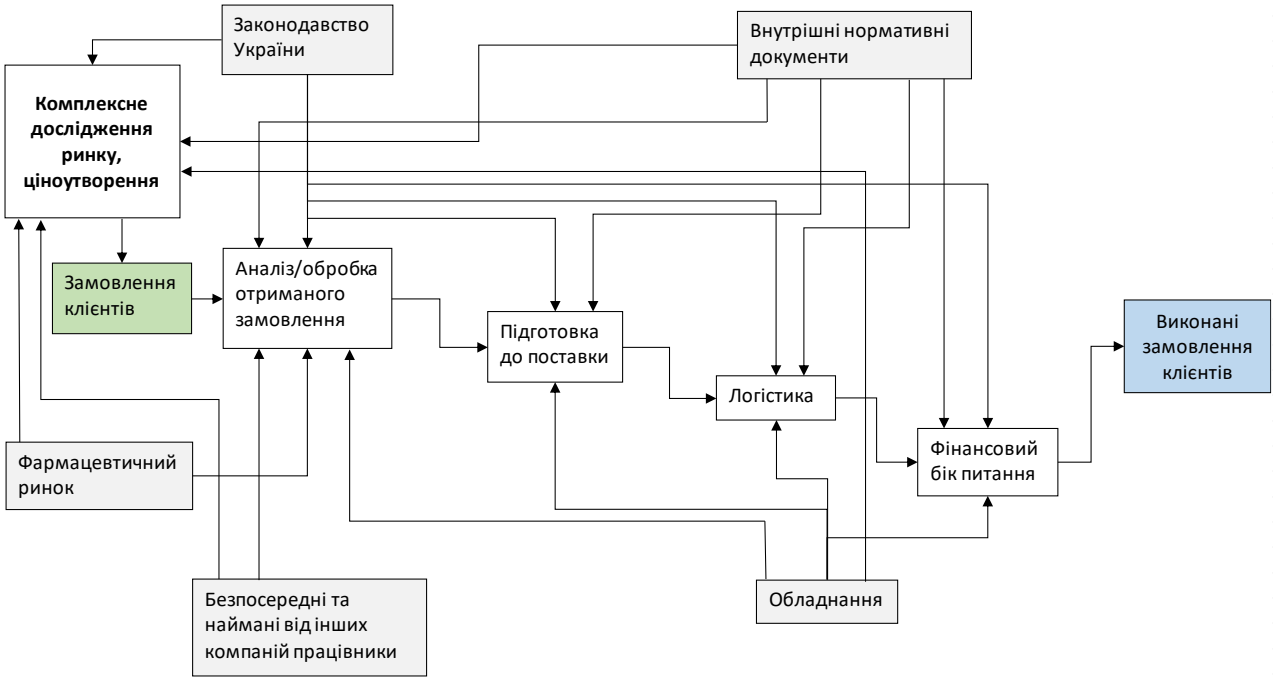

Рисунок 2.2 – Декомпозиція діаграми А0

Далі виконаєму функціональну декомпозицію кожного з процесів:

- комплексне дослідження ринку, ціноутворення
- аналіз/обробка отриманого замовлення
- підготовка до поставки
- логістика
- фінансовий бік питання

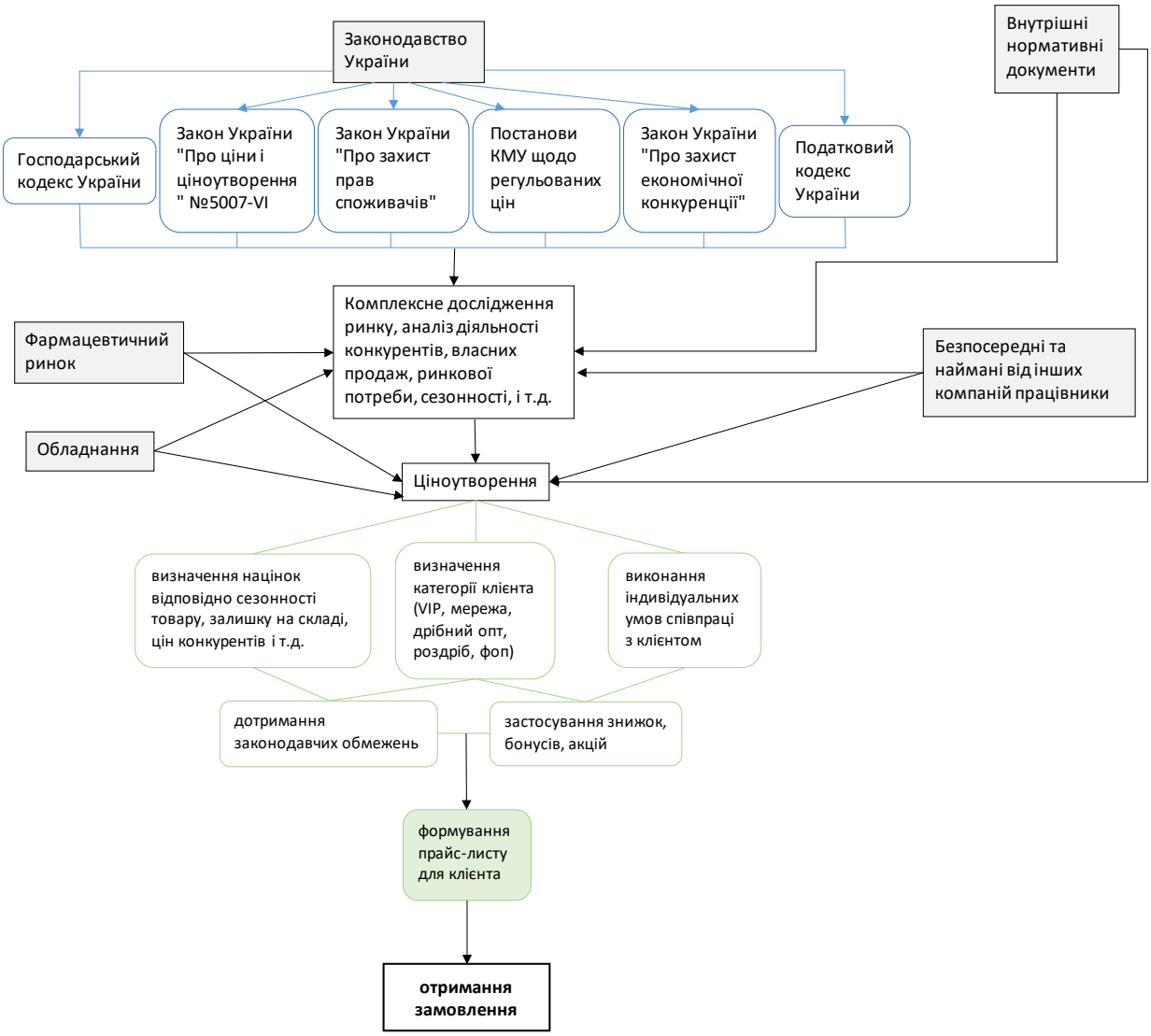

Рисунок 2.3 – Декомпозиція процесу комплексне дослідження ринку, ціноутворення

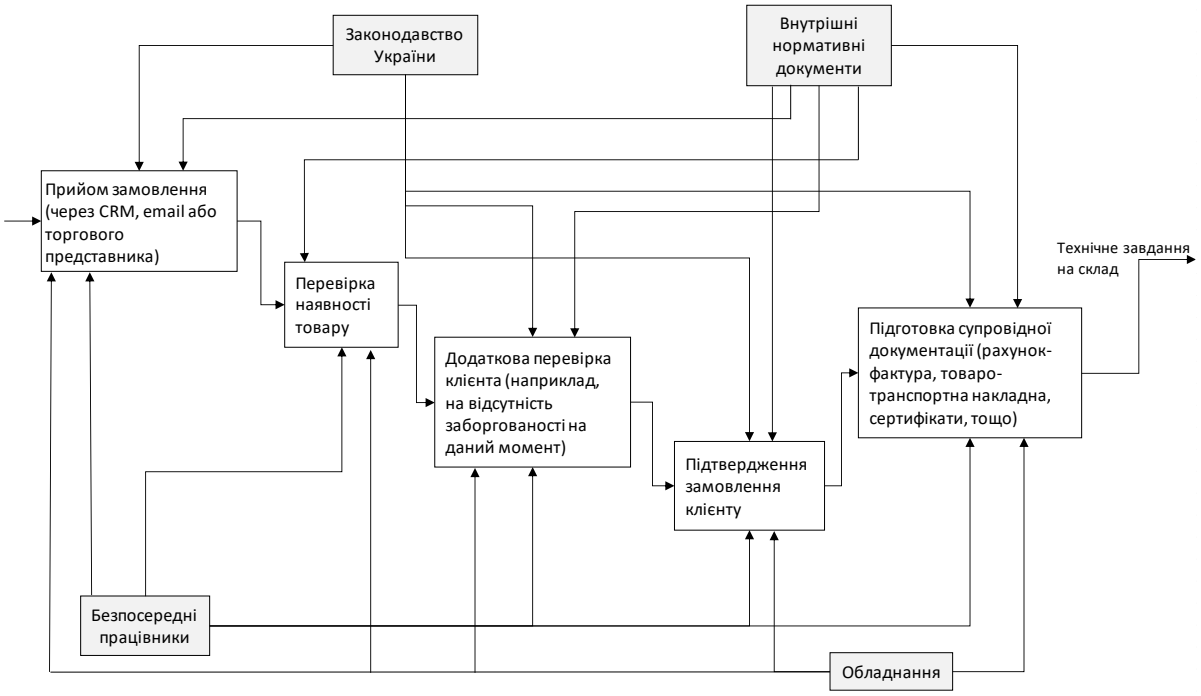

Рисунок 2. 4 – Декомпозиція процесу аналіз/обробка отриманого замовлення

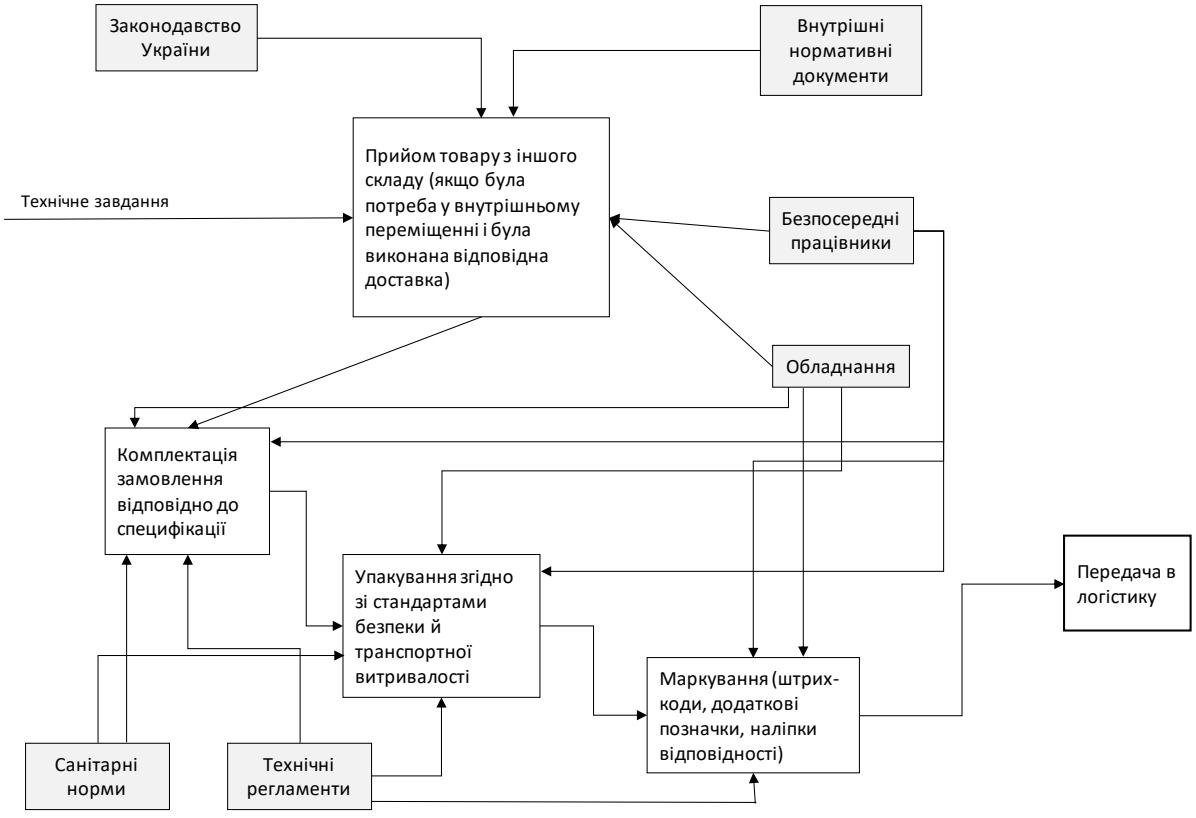

Рисунок 2. 5 – Декомпозиція процесу підготовка до поставки

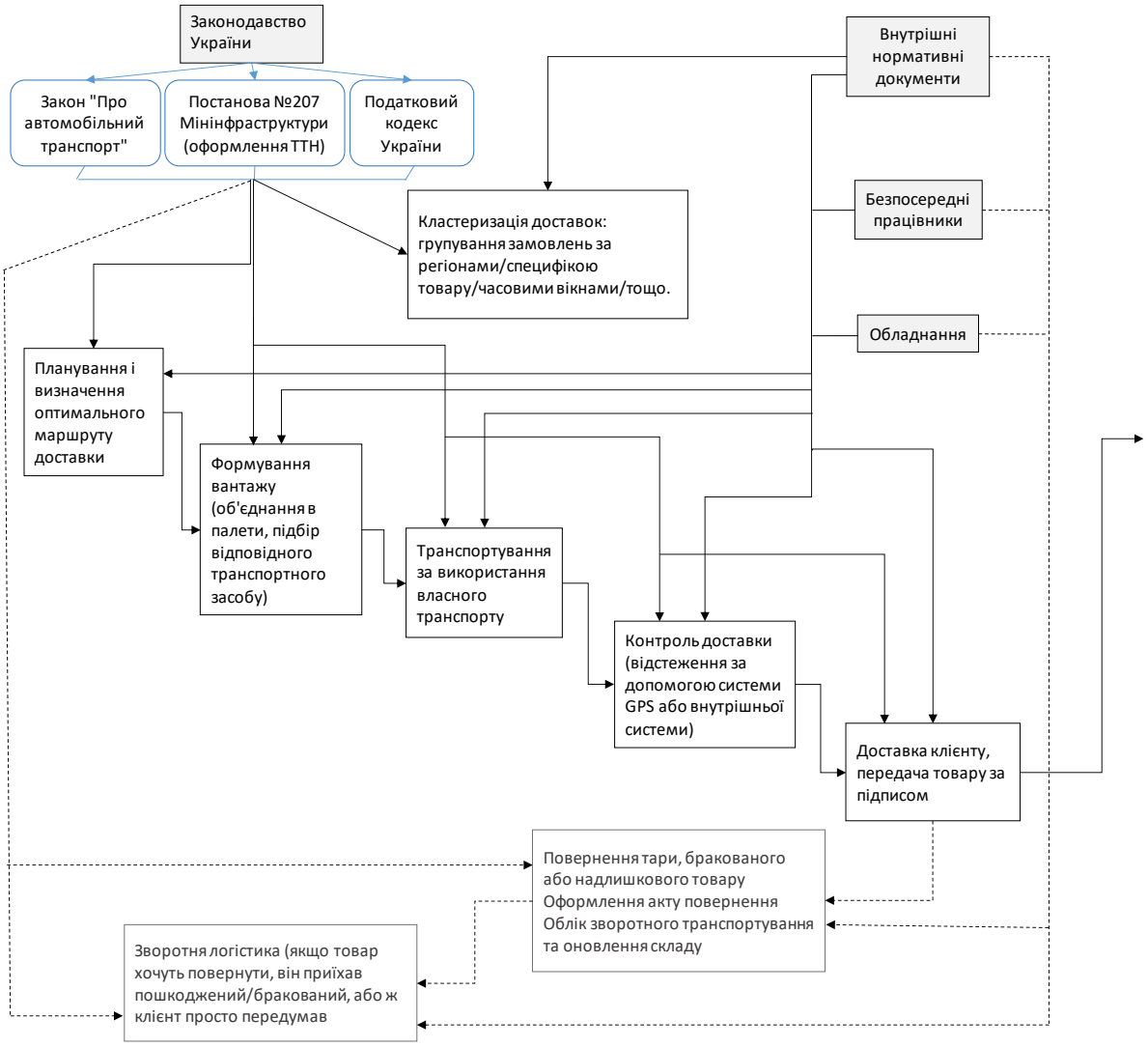

Рисунок 2. 6 – Декомпозиція процесу логістика

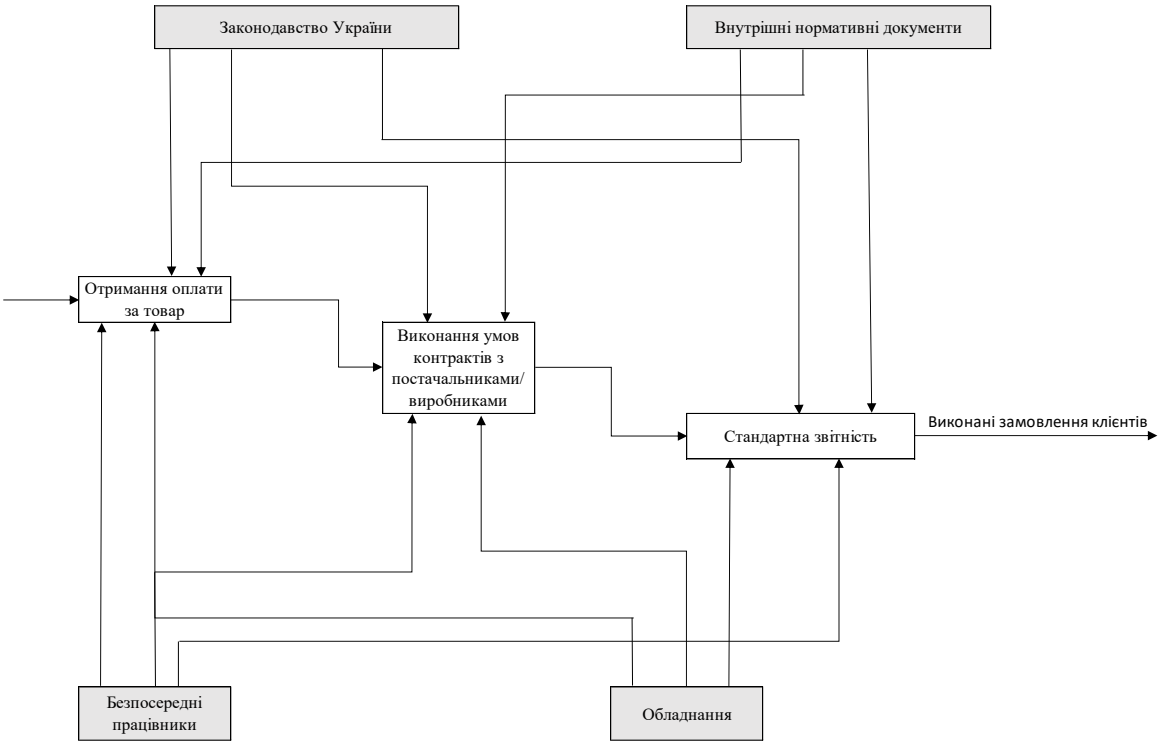

Рисунок 2. 7 – Декомпозиція процесу фінансовий бік питання

1.3 SWOT-аналіз підприємства

SWOT-аналіз (від англ. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) – це один із найбільш поширених методів стратегічного аналізу, який дозволяє комплексно оцінити внутрішнє та зовнішнє середовище підприємства чи проєкту. Даний інструмент є важливим етапом у процесі прийняття управлінських рішень, оскільки дає змогу визначити стратегічні пріоритети розвитку.

Основні компоненти SWOT-аналізу:

Сильні сторони (Strengths): внутрішні характеристики підприємства, які надають конкурентні переваги (наприклад, висока кваліфікація персоналу, сучасне обладнання, позитивна репутація тощо).

Слабкі сторони (Weaknesses): внутрішні обмеження або недоліки, які стримують розвиток (недостатній рівень фінансування, відсутність досвіду, низька ефективність управління тощо).

Можливості (Opportunities): зовнішні фактори, які підприємство може використати для досягнення своїх цілей (нові ринки, зміни в законодавстві, розвиток технологій тощо).

Загрози (Threats): зовнішні обставини, які можуть негативно вплинути на діяльність (посилення конкуренції, економічна нестабільність, зміни у вподобаннях споживачів тощо).

На першому етапі створимо матрицю SWOT для аналізованого підприємства:

Таблиця 1.1

Початкова матриця SWOT

Сильні сторони	Слабкі сторони
Широка мережа постачальників і клієнтів	Обмеженість в автоматизації
Великий асортимент товару, наявність ексклюзивів	Високий рівень залежності від керівника підрозділу
Вигідні умови для співпраці	Висока складність аналізу конкурентів через специфіку сфери
Можливість точково приймати рішення і швидко вживати заходів (дивізіональна орг структура)	Неможливість швидко підлаштуватись під зміни в запиті на певні медикаменти
Можливості	**Загрози**
Впровадження нових технологій	Зростаюча конкуренція
Розширення ринку	Економічні зміни
Витіснення конкурентів	Нелояльність співробітників
Постійна висока затребуваність продукту	Постійні зміни в законодавстві

На другому етапі виконаємо перехресну оцінку сильних і слабких сторін, можливостей і загроз. На перетині ставитимемо оцінку значущості конкретної пари факторів. Найвища оцінка становитиме 5 балів, найнижча – 1:

Таблиця 1.2

Перехресна оцінка компонентів

		Сильні сторони				Слабкі сторони			
		Широка мережа постачальників і клієнтів	Великий асортимент товару	Вигідні умови для співпраці	Можливість точково приймати рішення	Обмеженість в автоматизації	Високий рівень залежності від керівника	Висока складність аналізу конкурентів	Неможливість швидко адаптовуватись
Можливості	Впровадження нових технологій	4	4	2	5	3	5	4	2
	Розширення ринку	4	4	5	3	2	2	3	1
	Витіснення конкурентів	5	5	5	4	3	2	5	2
	Постійна висока затребуваність продукту	5	5	4	4	5	4	5	5
Загрози	Зростаюча конкуренція	3	3	4	3	2	3	5	1
	Економічні зміни	4	4	4	2	1	1	3	1
	Нелояльність співробітників	4	1	1	1	1	1	5	1
	Постійні зміни в законодавстві	4	5	2	2	4	2	1	3

Розрахуємо оцінку кожного окремого фактора, як суму або стовпців (для сильних та слабких сторін), або рядків (для можливостей і загроз):

Таблиця 1.3

Оцінки кожного параметра

Сильні сторони		Слабкі сторони	
Широка мережа постачальників і клієнтів	33	Обмеженість в автоматизації	21
Великий асортимент товару, наявність ексклюзивів	31	Високий рівень залежності від керівника підрозділу	20
Вигідні умови для співпраці	27	Висока складність аналізу конкурентів через специфіку сфери	31
Можливість точково приймати рішення і швидко вживати заходів (дивізіональна орг структура)	24	Неможливість швидко підлаштуватись під зміни в запиті на певні медикаменти	16

Продовження табл. 1.3

Можливості		Загрози	
Впровадження нових технологій	29	Зростаюча конкуренція	24
Розширення ринку	24	Економічні зміни	20
Витіснення конкурентів	31	Нелояльність співробітників	15
Постійна висока затребуваність продукту	37	Постійні зміни в законодавстві	23

Після визначення кількісних оцінок ми можемо оцінити наскільки суттєвими перевагами й недоліками є сильні та слабкі сторони, а також оцінити важливість загроз і можливостей зовнішнього середовища. На основі цього, на третьому етапі, розробимо пункти проблемного поля і можливі рішення:

Таблиця 1.4

Рішення для пунктів проблемного поля

		Сильні сторони				Слабкі сторони			
		Широка мережа постачальників і клієнтів	Великий асортимент товару	Вигідні умови для співпраці	Можливість точково приймати рішення	Обмеженість в автоматизації	Високий рівень залежності від керівника	Висока складність аналізу конкурентів	Неможливість швидко адаптовуватись
Можливості	Впровадження нових технологій	автоматизація процесів, що стабілізують оптимальну закупку; враховуватимуть фактори сезонності, залишків, ексклюзивів, державних програм при		автоматизація процесів, що звертатимуть увагу на невиконання умов домовленостей, мінімально	розробка пз, яке звертатиме увагу на стабільні проблеми, які вирішуються одним і тим самим способом, даючи можливість не чекати команди керівника і вживати більш оперативних заходів				розробити пз, що прогнозуватиме складнопередбачув ані спалахи хвороб на базі попередніх років
	Розширення ринку	вихід на нових клієнтів, потенційно забезпечення ліками не тільки кінцевих споживачів		можлива необхідність створення нового департаменту/прошарку осіб, що приймають рішення; розробка пз, яке враховуватиме ризики розширення, що це може за собою потягнути;					
	Витіснення конкурентів								
	Постійна висока затребуваність продукту	стабільна позиція на ринку дає можливість фокусуватись на внутрішніх процесах, їх оптимізації та автоматизації		аналізуватиме прийняті рішення в минулому, їх ефективність, та пропонуватиме можливі рішення нинішніх проблем				проводити аналіз конкурентів через діяльність клієнтів	розробити статегію можливого компенсування
Загрози	Зростаюча конкуренція	підтримувати рівень сервісу, покращувати умови співпраці з нами, моніторити діяльність постачальників, конкурентів і клієнтів, впроваджувати домовленості про ексклюзивність співпраці на, наприклад, певну групу товарів, тощо				забезпечити ефективну роботу департаменту аналізу конкурентів достатньою кількістю людей та інструментів, які можуть бути використані для оперативної роботи			тримати руку на пульсі темпу конкурентів, у кого вони беруть медикаменти
	Економічні зміни	залишати в угодах місце для можливого перегляду умов		грамотне керівництво може пом'якшити падіння				можлива потреба змінювати алгоритми адаптації	
	Нелояльність співробітників	створення механізму відстеження діяльності співробітників на предмет зливання конфіденційної інформації, моніторити задоволеність отримуваною компенсацією за працю, аналізувати методи конкурентів, чи є можливість, що вони будують свою діяльність на інформації, яку отримують не зовсім легальним шляхом, тощо							
	Постійні зміни в законодавстві	автоматизувати те, що піддається автоматизації; створювати додаткове пз для максимально швидкого впровадження оновлених законів	мати спеціалістів, що перевірятимуть угоди/контракти/тощо на стійкість до можливих змін			налагодити механізми підлаштування під зміни в законодавстві, зробити це чітко визначеним функціоналом певних співробітників		шукати альтернативні методи аналізу конкурентів, впроваджувати інноваційні технології	

1.4 Визначення актуальних для підприємства задач

В ході детального розгляду підприємства було визначено наступні актуальні задачі:

1. Управління запасами

Оптимізація запасів товарів, сировини й інших об'єктів діяльності підприємства з метою зменшення витрат на зберігання та виключення можливості псування об’єктів діяльності при забезпеченні рівня обслуговування й безперебійної роботи підприємства.

2. Моніторинг потреб

Відстежування динаміки замовлень і наявності об’єктів діяльності у необхідній кількості.

3. Координація перевезень і графіків поставок

Комунікація з складами за різними адресами в межах одного міста, в різних містах; врахування специфіки умов перевезення певної групи товарів, визначеного терміну доставки, місткість вантажних машин, тощо.

4. Визначення оптимальних маршрутів

Вибір найоптимальнішого маршруту з пункту відправлення в пункт споживання з мінімальними фінансовими і часовими витратами на перевезення.

5. Транспортування товару

Вибір транспортних засобів, комунікація з логістичними компаніями, відстежування руху товару, що направляється до клієнта, тощо.

1.5 Задача оптимізації перевезень в умовах невизначеності

1.5.1 Загальні відомості

Задача оптимізації перевезень в умовах невизначеності – задача, що базується на моделі транспортної задачі, однієї із класичних типів задач лінійного програмування, що описує процес визначення оптимального плану розподілу ресурсів між пунктами забезпечення (наприклад, склади продавця) і споживачами пунктами споживання (наприклад, клієнт) з мінімальними витратами на перевезення.

Основною метою транспортної задачі є знайти такий план перевезень продукції від постачальників до споживачів, який мінімізуватиме загальні витрати на транспортування, враховуючи наявні обсяги запасів і потреб.

Транспортні задачі бувають збалансовані – це коли обсяг запасів чітко дорівнює заявленій потребі; або незбалансовані (також, відкриті) – коли обсяг запасів або попиту перевищує інше значення.

1.5.2 Метод послідовної редукції

Розглянемо такий метод побудови компромісного розв’язку для задачі лінійного програмування з нечіткими параметрами, як метод послідовної редукції. Він передбачає редукцію вихідної нескінченної множини цільових функцій до всього лише двох функцій. Їх будують, використовуючи крайні значення інтервалів, які описують параметри цільової функції.

Нехай, маємо задачу ЛП такого вигляду:

$$F(x) = c^T x \to max,$$
$$\begin{cases} Ax \le B, \\ x \ge 0, \end{cases} \tag{1.1}$$

де $F(x)$ – цільова функція, $c^T = (c_1, c_2, \dots c_n)$ – вектор нечітких коефіцієнтів цільової функції, $x(x_1, x_2, \dots x_n)$ – дійсний вектор змінних, $B(b_1, b_2, \dots b_n)$ – заданий дійсний вектор обмежень, $A = \|a_{ij}\|, i = \overline{1,m},\ j = \overline{1,n}$ – дійсна матриця коефіцієнтів обмежень. Для значень коефіцієнтів цільової функції c^T ОПР може вказати тільки певний інтервал $[c_i^{min}, c_i^{max}]$.

Щоб виконати редукцію необхідно знайти розв'язок двох граничних цільових функцій $F_{min}(x) = \sum_{i=1}^{n} c_i^{min} x_i$, $F_{max}(x) = \sum_{i=1}^{n} c_i^{max} x_i$. Тобто, розв'язати такі задачі ЛП:

$$F_{min}(x) \to max, \quad \begin{cases} Ax \le B, \\ x \ge 0, \end{cases} \tag{1.2}$$

$$F_{max}(x) \to max, \quad \begin{cases} Ax \le B, \\ x \ge 0, \end{cases} \tag{1.3}$$

Таким чином, знаходимо розв'язки $x_{min}^*,\ x_{max}^*$ задачі (1.2) та (1.3) відповідно.

Здійснення такої редукції цільових функцій необхідне для того, щоб зменшити множини допустимих компромісних розв'язків, до таких, які не будуть обмежуватись кутовими точками. В результаті, незалежно від того, до якої цільової функції $F(x) = c^T x$ ми прийдемо, використовуючи компромісний розв'язок x^*, ми завжди отримуватимемо результат, що перебуватиме між $F_{min}(x^*)$ та $F_{max}(x^*)$.

Введемо такі позначення для оптимальних значень функцій, отриманих у задачах (1.2) і (1.3):

$$F_{min}^* = F_{min}(x_{min}^*), \tag{1.4}$$

$$F_{max}^* = F_{max}(x_{max}^*). \tag{1.5}$$

Наступним кроком обчислимо значення функцій F_{min}, F_{max} в точках x^*_{min}, x^*_{max} , а саме:

$$\bar{F}_{min} = F_{min}(x^*_{max}) = \sum_{i=1}^{n} c_i^{min} x^*_{maxi}; \tag{1.6}$$

$$\bar{F}_{max} = F_{max}(x^*_{min}) = \sum_{i=1}^{n} c_i^{max} x^*_{mini}; \tag{1.7}$$

Можна припустити, що ОПР хоче прийняти рішення, яке буде задовільняти наступні умови:

$$F_{min}(x) \geq \bar{F}_{min}, \tag{1.8}$$

$$F_{max}(x) \geq \bar{F}_{max}, \tag{1.9}$$

На основі цього припущення можемо скоротити множину допустимих рішень X до наступної:

$$\bar{X} = \{x \in X | F_{min}(x) \geq \bar{F}_{min}, F_{max}(x) \geq \bar{F}_{max}\} \tag{1.10}$$

Тепер, з цією множиною, ОПР може формулювати свої цілі точніше, шляхом введення функцій належності $f(x)$, які відображатимуть ступінь задоволення досягнутим рішенням. Припустимо, що вони лінійні. В такому разі вони матимуть наступний вигляд:

$$f_{min}(x) = \begin{cases} \dfrac{F_{min}(x) - \bar{F}_{min}}{F^*_{min} - \bar{F}_{min}}, \text{якщо } \bar{F}_{min} \leq F_{min}(x) \leq F^*_{min} \\ 0, \qquad \text{в інших випадках;} \end{cases} \tag{1.11}$$

$$f_{max}(x) = \begin{cases} \dfrac{F_{max}(x) - \bar{F}_{max}}{F^*_{max} - \bar{F}_{max}}, \text{якщо } \bar{F}_{max} \leq F_{max}(x) \leq F^*_{max} \\ 0, \qquad \text{в інших випадках.} \end{cases} \tag{1.12}$$

До уваги необхідно брати тільки ті елементи, що мають додатний ступінь належності.

Введемо ще одну функцію, яка буде описувати рівень задоволеності рішенням ОПР – $\lambda(x) = min\{f_{min}(x), f_{max}(x)\}$. Тоді компромісний розв'язок можна отримати розв'язавши наступну задачу лінійного програмування:

$$\lambda(x) \to max,$$

$$\begin{cases} (F^*_{min} - \bar{F}_{min})\lambda(x) - Z_{min}(x) \le -\bar{F}_{min}, \\ (F^*_{max} - \bar{F}_{max})\lambda(x) - Z_{max}(x) \le -\bar{F}_{max} \\ Ax \le B, \\ x \ge 0, \\ 0 \le \lambda(x) \le 1. \end{cases} \quad (1.13)$$

1.6 Економічний аналіз підприємства

Економічний аналіз ТОВ «БаДМ» був виконаний за 2022-2024 роки для отримання показників ефективності діяльності аналізованого підприємства.

Зведемо дані з відкритих джерел в таблицю:

Таблиця 1.5

Фінансові показники ТОВ «БаДМ»

Показник (тис. грн)	**На початок звітного періоду**			**На кінець звітного періоду**		
	2024 рік	2023 рік	2022 рік	2024 рік	2023 рік	2022 рік
Оборотні активи	19 277 978	13 730 431	14 846 312	23 395 711	19 277 978	13 730 431
Поточні зобов'язання	8 207 713	6 484 486	9 592 543	10 167 662	8 207 713	6 484 486
Запаси	7 210 186	5 329 303	7 208 902	9 062 288	7 210 186	5 329 303
Поточні фінансові інвестиції	2 942 914	493 676	192 311	2 804 968	2 942 914	493 676
Гроші та їх еквіваленти	654 831	2 849 018	1 066 549	987 001	654 831	2 849 018
Власний капітал	11 500 923	7 606 583	5 694 182	13 792 751	11 500 923	7 606 583
Баланс (по пасивам)	19 708 636	14 091 069	15 286 725	23 960 413	19 708 636	14 091 069
Чистий прибуток	4 561 688	3 894 340	1 912 401	3 894 340	1 912 401	816 919

Продовження табл. 1.5

Дохід від реалізації	67 833 385	57 599 852	44 566 145	57 599 852	44 566 145	51 243 608
Необоротні активи	430 658	360 638	440 413	564 702	430 658	360 638
Баланс (по активам)	19 708 636	14 091 069	15 286 725	23 960 413	19 708 636	14 091 069

Розрахуємо такі фінансові показники як:

– Коефіцієнт поточної ліквідності $= \frac{\text{Оборотні активи}}{\text{Поточні зобов'язання і забезпечення}}$

Визначає здатність підприємства покривати поточні зобов'язання за рахунок оборотних активів.

$$\text{Коефіцієнт поточної ліквідності (2024 р.)} = \frac{23\ 395\ 711}{10\ 167\ 662} = 2{,}30 = 230{,}1\% \quad (1.14)$$

*для розрахунку кожного показника беремо дані на кінець звітного періоду

– Коефіцієнт абсолютної ліквідності $= \frac{(\text{Поточні фінансові інвестиції} + \text{Гроші та їх еквіваленти})}{\text{Поточні зобов'язання і забезпечення}}$

Цей показник відображає здатність підприємства негайно виконати поточні зобов'язання за рахунок грошових коштів.

$$\text{Коефіцієнт абсолютної ліквідності (2024 р.)} = \frac{(2\ 804\ 968 + 987\ 001)}{10\ 167\ 662} = 0{,}37 = 37{,}3\% \quad (1.15)$$

– Коефіцієнт швидкої ліквідності $= \frac{(\text{Оборотні активи} - \text{Запаси})}{\text{Поточні зобов'язання і забезпечення}}$

Показує, чи здатна компанія виконати поточні зобов'язання за разунок ліквідних активів без продажу запасів.

$$\text{Коефіцієнт швидкої ліквідності (2024 р.)} = \frac{(23\ 395\ 711 - 9\ 062\ 288)}{10\ 167\ 662} = 1{,}41 = 140{,}97\% \quad (1.16)$$

– Коефіцієнт автономії $= \frac{\text{Власний капітал}}{\text{Баланс (по пасивам)}}$

Визначає частку власного капіталу у фінансування активів підприємства, показує наскільки незалежною від кредиторів є компанія.

$$\text{Коефіцієнт автономії (2024 р.)} = \frac{13\ 792\ 751}{23\ 960\ 413} = 0{,}58 = 57{,}56\% \qquad (1.17)$$

– Рентабельність активів (ROA) $= \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Баланс (по пасивам)}}$

Цей показник показує, скільки прибутку приносить кожна одиниця активів компанії.

$$\text{Рентабельність активів (ROA) (2024 р.)} = \frac{3\ 894\ 340}{23\ 960\ 413} = 0{,}19 = 19{,}04\% \qquad (1.18)$$

– Рентабельність власного капіталу (ROE) $= \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Власний капітал}}$

Визначає ефективність використання власного капіталу для отримання прибутку.

$$\text{Рентабельність власного капіталу (ROE)(2024 р.)} = \frac{3\ 894\ 340}{13\ 792\ 751} = 0{,}36 = 36{,}07\% \qquad (1.19)$$

– Чиста маржа $= \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Дохід від реалізації}}$

Відображає частку прибутку від загальної виручки.

$$\text{Чиста маржа (2024 р.)} = \frac{3\ 894\ 340}{57\ 599\ 852} = 0{,}07 = 6{,}7\% \qquad (1.20)$$

– Коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом $= \frac{\text{Власний капітал}}{\text{Необоротні активи}}$

Визначає частку власного капіталу компанії, що фінансує оборотні активи.

$$\text{Коеф. покриття необ. акт. капіталом (2024 р.)} = \frac{13\,792\,751}{564\,702} = 24{,}42 = 2\,442{,}48\% \quad (1.21)$$

– $\text{Коефіцієнт заборгованості} = \frac{\text{Поточні зобов'язання і забезпечення}}{\text{Баланс (по активам)}}$

Відображає частку активів компанії, яка фінансується за рахунок зобов'язань. На його основі можна отримати уявлення фінансового ризику компанії, оскільки чим вище є цей показник, тим більше компанія залежить від позикових коштів для фінансування своїх активів.

$$\text{Коефіцієнт заборгованості (2024 р.)} = \frac{10\,167\,662}{23\,960\,413} = 0{,}42 = 42{,}44\% \quad (1.22)$$

Зведемо результати розрахунків в таблицю:

Таблиця 1.6

Фінансові індикатори ТОВ «БаДМ»

	2024 рік	2023 рік	2022 рік
Коефіцієнт поточної ліквідності	230,10%	234,88%	211,74%
Коефіцієнт абсолютної ліквідності	37,29%	43,83%	51,55%
Коефіцієнт швидкої ліквідності	140,97%	147,03%	129,56%
Коефіцієнт автономії	57,56%	58,35%	53,98%
Рентабельність активів (ROA)	19,04%	19,76%	13,57%
Рентабельність власного капіталу (ROE)	36,07%	40,76%	28,76%
Чиста маржа	6,72%	6,76%	4,29%
Коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом	2 442,48%	2 670,55%	2 109,20%
Коефіцієнт заборгованості	42,44%	41,65%	46,02%

Коефіцієнт поточної ліквідності зберігається на високому рівні (230,10%), що свідчить про здатність підприємства покривати короткострокові зобов'язання обіговими активами. Спостерігаємо зниження коефіцієнту абсолютної ліквідності: з 51,55% у 2022 до 37,29% у 2024, що може свідчити про зменшення обсягу грошових коштів та еквівалентів. Коефіцієнт швидкої ліквідності теж має

тенденцію до зниження (з 147,03% у 2023 до 140,97% у 2024), але все ще залишається на достатньому рівні.

Коефіцієнт автономії зберігається на рівні понад 50%, що свідчить про високу частку власного капіталу в структурі пасивів.

Коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом надзвичайно високий (2024 – 2 442,48%), що означає, що необоротні активи майже повністю покриті власними джерелами фінансування.

Коефіцієнт заборгованості не перевищує 50% і навіть трохи зменшується у 2024 році до 42,44%, що вказує на помірний рівень боргового навантаження.

Рентабельність активів (ROA) демонструє стабільне зростання (з 13,57% у 2022 до 19,04% у 2024), що свідчить про ефективне використання активів.

Рентабельність власного капіталу (ROE) дещо знижується (з 40,76% у 2023 до 36,07% у 2024), однак залишається на досить високому рівні.

Чиста маржа становить понад 6% в 2024 – у порівнянні з 2022 роком (4,29%) прибутковість продажів явно зросла.

Отже, можемо зробити висновок, що ТОВ «БаДМ» демонструє стійкий розвиток, який характеризується: високим рівнем ліквідності та фінансової незалежності, зростаючою ефективністю використання ресурсів (активів) та прибутковістю, яка залишається на конкурентному рівні.

Єдине застереження – тенденція до зниження ліквідності, яка потребує додаткового контролю за грошовими потоками та короткостроковими активами.

Висновки до розділу 1

В результаті проведеного інформаційно-аналітичного дослідження було здійснено всебічний аналіз діяльності підприємства, що дозволив сформувати

цілісне уявлення про його внутрішні процеси, сильні та слабкі сторони, а також визначити основні напрями для покращення ефективності.

Ми описали загальну характеристику підприємства, його організаційну структуру, основні види діяльності, а також охарактеризували управлінські та виробничі підрозділи. Структура підприємства виявилася функціональною, але потребує удосконалення для забезпечення гнучкості в умовах змін ринку.

Аналіз бізнес-процесів підприємства дозволив виділити ключові операційні ланки, виявити дублювання функцій та визначити «вузькі місця» у логістичних і виробничих процесах. Це стало основою для постановки завдань оптимізації, зокрема в сфері управління перевезеннями та логістикою.

SWOT-аналіз показав, що підприємство має значний потенціал розвитку завдяки наявним ресурсам, але стикається з рядом загроз – як внутрішніх (неефективне використання ресурсів, недосконалі бізнес-процеси), так і зовнішніх (зміни ринку, конкуренція, нестабільність економічного середовища).

На основі проведеного аналізу було визначено актуальні задачі, які потребують першочергового вирішення, серед яких – оптимізація логістичних витрат, зниження простоїв, покращення управління перевезеннями та адаптація до умов невизначеності.

У підрозділі, присвяченому задачі оптимізації перевезень в умовах невизначеності, було сформульовано математичну модель задачі та обґрунтовано доцільність використання методу послідовної редукції. Цей метод дозволяє враховувати фактори невизначеності й знижувати вплив ризиків на прийняття рішень у сфері логістики.

Проведений економічний аналіз підтвердив фінансову стабільність підприємства, водночас виявив низку резервів для підвищення ефективності.

Узагальнюючи вищезазначене, можна зробити висновок, що підприємство має потенціал для підвищення своєї ефективності за рахунок впровадження сучасних методів оптимізації управлінських рішень, зокрема у сфері перевезень та логістики. Надалі доцільно зосередитися на розробці і впровадженні програмних засобів для підтримки таких рішень, що дозволить підприємству швидше адаптуватися до змін зовнішнього середовища та досягти конкурентних переваг.

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ

2.1 Задача оптимізації перевезень в умовах невизначеності

2.1.1 Змістова постановка задачі:

Нехай, у проектованій логістичній схемі є i = 1, 2, …, M постачальників фармацевтичних препаратів та j = 1, 2, …, N складів підприємства-дистриб'ютора ТОВ «БаДМ». Мінімальна закупка у кожного постачальника попередньо визначена умовами контракту і становить a_i, мінімальна потреба при забезпеченні кожного складу становить b_j, максимальна місткість кожного складу становить d_j і питома вартість перевезення від постачальника M на склад N становить c_{ij} у.о..

Необхідно визначити оптимальний план перевезень медикаментів, що буде мінімізувати витрати дистриб'ютора на логістику, при цьому забезпечуючи склади необхідною кількістю медикаментів і дотримуючись визначених умов співпраці з постачальниками в умовах нечітко визначених тарифів на перевезення.

2.1.2 Розв'язання задачі:

Побудуємо математичну модель:

Маємо задачу НЛП такого вигляду:

$$F(x) = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} \widetilde{c_{ij}} x_{ij} \to min \qquad (2.1)$$

При обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} \geq a_i (i = 1,2, \dots, M);$$

$$\sum_{i=1}^{M} x_{ij} \geq b_j (j = 1,2, \dots, N); \qquad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^{M} x_{ij} \leq d_j (j = 1,2, \dots, N);$$

$$x_{ij} \geq 0, \qquad i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}.$$

Значення $\widetilde{c_{ij}}$, тарифи на перевезення, задаються випадковим чином в різних інтервалах для кожної зв'язки постачальник-склад, в загальному діапазоні [20; 99].

Отже, за даними задачі, транспортна таблиця виглядатиме наступним чином:

Таблиця 2.1

Початкова транспортна таблиця

Постачальники A	**Склади дистриб'ютора B**					**Мінімальне замовлення у кожного постачальника a_i**
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	[20;40]	[20;50]	[35;99]	[25;40]	[27;40]	1 400
A2	[20;40]	[20;50]	[35;99]	[25;40]	[27;40]	400
A3	[20;40]	[20;50]	[35;99]	[25;35]	[27;40]	1 800
A4	[20;50]	[20;40]	[35;90]	[25;35]	[27;40]	2 300
A5	[20;40]	[20;40]	[35;99]	[25;35]	[27;40]	2 200
A6	[20;40]	[20;30]	[35;99]	[25;40]	[27;40]	1 800
A7	[20;40]	[20;40]	[35;99]	[25;40]	[27;50]	1 500
A8	[20;75]	[20;40]	[35;85]	[25;40]	[27;50]	700
A9	[20;40]	[20;50]	[35;99]	[25;40]	[27;50]	1 900
A10	[20;40]	[20;40]	[35;99]	[25;40]	[27;40]	1 000
Мінімальна потреба в товарі на кожному складі b_j	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300	Різниця між мінімальною контрактовою закупівлею і фактичною потребою
Максимальна місткість кожного складу dj	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000	1 050

Щоб побудувати компромісний розв'язок для даної задачі з нечітким параметром, скористаємось методом послідовної редукції, що був описаний раніше в розділі 1.5.2.

1. Знайдемо значення $x^*_{min},\ F^*_{min},\ x^*_{max},\ F^*_{max}$

Сформуємо транспортну таблицю з найнижчими можливими тарифами перевезень:

Таблиця 2.2

Транспортна таблиця з c_{ij}^{min}

Постачальники А	**Склади дистриб'ютора В**					**Мінімальне замовлення у кожного постачальника a_i**
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	20	20	35	25	27	1 400
A2	20	20	35	25	27	400
A3	20	20	35	25	27	1 800
A4	20	20	35	25	27	2 300
A5	20	20	35	25	27	2 200
A6	20	20	35	25	27	1 800
A7	20	20	35	25	27	1 500
A8	20	20	35	25	27	700
A9	20	20	35	25	27	1 900
A10	20	20	35	25	27	1 000
Мінімальна потреба в товарі на кожному складі b_j	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300	
Максимальна місткість кожного складу dj	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000	

Розв'яжемо цю задачу за допомогою надбудови «Пошук рішення» в табличному процесорі MS Excel:

Таблиця 2.3

Початковий вигляд розрахункової таблиці

	B1	B2	B3	B4	B5	Замовлено	Мін замовлення
A1	1	1	1	1	1	5	1 400
A2	1	1	1	1	1	5	400
A3	1	1	1	1	1	5	1 800
A4	1	1	1	1	1	5	2 300
A5	1	1	1	1	1	5	2 200
A6	1	1	1	1	1	5	1 800
A7	1	1	1	1	1	5	1 500
A8	1	1	1	1	1	5	700
A9	1	1	1	1	1	5	1 900
A10	1	1	1	1	1	5	1 000
Доставлено	10	10	10	10	10		
Потреба	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300		
Місткість	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000		

Цільова функція F_{min}
1 270

Поля «Замовлено» та «Доставлено» рахуємо як суму по рядку/стовпцю відповідно, значення цільової функції – як добуток заданої одиничної матриці та матриці тарифів c_{ij}^{min}.

Далі, задамо параметри пошуку рішення відповідно до умов та обмежень поставленої задачі:

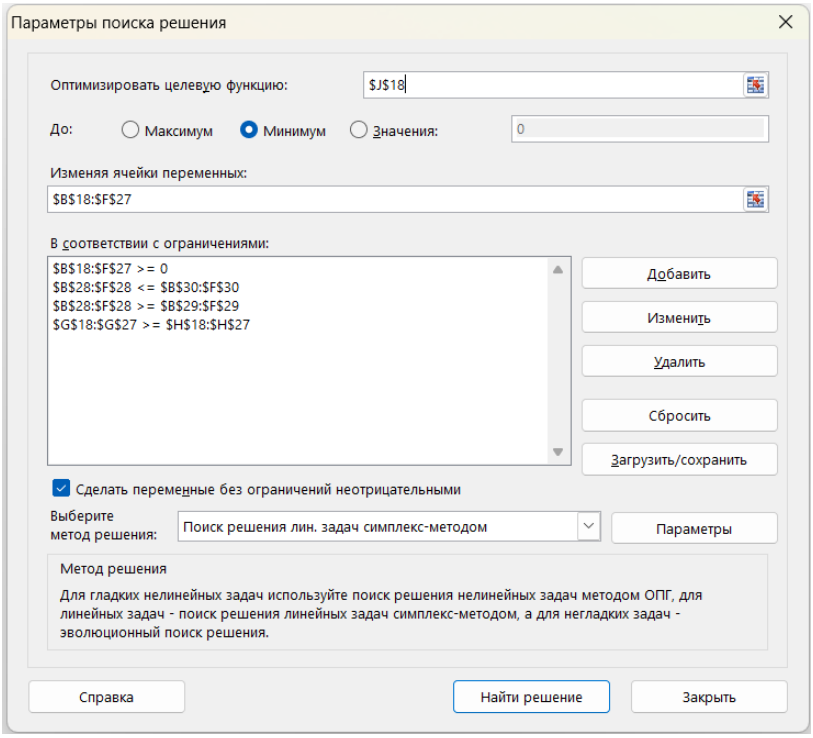

Рисунок 2.1 – Задані обмеження

Отримуємо наступне рішення:

Таблиця 2.4

Розв'язок задачі оптимізації перевезень при мінімальних заданих тарифах

	B1	B2	B3	B4	B5	Замовлено	Мін замовлення
A1	0	0	0	0	1 400	1 400	1 400
A2	0	0	0	400	0	400	400
A3	0	0	1 200	600	0	1 800	1 800
A4	0	0	0	400	1 900	2 300	2 300
A5	0	0	2 200	0	0	2 200	2 200
A6	0	1 450	350	0	0	1 800	1 800
A7	0	1 500	0	0	0	1 500	1 500
A8	0	700	0	0	0	700	700
A9	1 900	0	0	0	0	1 900	1 900
A10	1 000	0	0	0	0	1 000	1 000
Доставлено	2 900	3 650	3 750	1 400	3 300		
Потреба	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300		
Місткість	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000		

Цільова функція F_{min}
386 350

Тепер сформуємо транспортну таблицю з найвищими можливими тарифами перевезень:

Таблиця 2.5

Транспортна таблиця з c_{ij}^{max}

Постачальники A	**Склади дистриб'ютора B**					**Мінімальне замовлення у кожного постачальника a_i**
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	40	50	99	40	40	1 400
A2	40	50	99	40	40	400
A3	40	50	99	35	40	1 800
A4	50	40	90	35	40	2 300
A5	40	40	99	35	40	2 200
A6	40	30	99	40	40	1 800
A7	40	40	99	40	50	1 500
A8	75	40	85	40	50	700
A9	40	50	99	40	50	1 900
A10	40	40	99	40	40	1 000
Мінімальна потреба в товарі на кожному складі b_j	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300	
Максимальна місткість кожного складу dj	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000	

Так само, як і попереднього разу, знайдемо розв’язок:

Таблиця 2.6

Розв’язок задачі оптимізації перевезень при максимальних заданих тарифах

	B1	B2	B3	B4	B5	Замовлено	Мін замовлення
A1	0	0	0	0	1 400	1 400	1 400
A2	0	0	0	0	400	400	400
A3	0	0	0	300	1 500	1 800	1 800
A4	0	0	2 300	0	0	2 300	2 300
A5	0	0	500	1 700	0	2 200	2 200
A6	0	1 800	0	0	0	1 800	1 800
A7	0	1 250	250	0	0	1 500	1 500
A8	0	0	700	0	0	700	700
A9	1 900	0	0	0	0	1 900	1 900
A10	650	350	0	0	0	1 000	1 000
Доставлено	2 550	3 400	3 750	2 000	3 300		
Потреба	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300		
Місткість	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000		

Цільова функція F_{max}
762 750

Отже, отримали значення $x^*_{ij_{min}}$ та $x^*_{ij_{max}}$ в розрахункових таблицях 2.4 та 2.6, а також значення $F^*_{min} = 386\,350$ у. о. та $F^*_{max} = 762\,750$ у. о..

Підставимо значення $x^*_{ij_{max}}$, $x^*_{ij_{min}}$ в функції F^*_{min}, F^*_{max} відповідно та обчислимо значення $\bar{F}_{min}$ та $\bar{F}_{max}$:

$$\bar{F}_{min} = 389\,350 \text{ у. о.} \quad (2.3)$$

$$\bar{F}_{max} = 801\,750 \text{ у. о.} \quad (2.4)$$

Отже, множина допустимих розв’язків скорочується до наступної:

$$\bar{X} = \left\{ x \in X \middle| \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}^{min} x_{ij} \le 389\,350,\ \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}^{max} x_{ij} \le 801\,750 \right\} \quad (2.5)$$

В такому разі функції належності виглядатимуть наступним чином:

$$f_{min}(x) = \begin{cases} \dfrac{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}^{min} x_{ij} - 389\,350}{3\,000}, & \text{якщо } 386\,350 \le \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}^{min} x_{ij} \le 389\,350 \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (2.6)$$

$$f_{max}(x) = \begin{cases} \dfrac{\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}^{max} x_{ij} - 801\,750}{39\,000}, & \text{якщо } 762\,750 \le \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} c_{ij}^{max} x_{ij} \le 801\,750 \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (2.7)$$

Нехай функція $\lambda(x) = min\{f_{min}(x), f_{max}(x)\}$ описує рівень задоволеності ОПР рішенням x. Тоді компромісний розв'язок можна отримати розв'язуючи таку задачу лінійного програмування:

$$\lambda(x) \to max, \quad (2.8)$$

При обмеженнях:

$$\begin{cases} 3\,000\lambda - \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} x_{ij_{min}} \le -389\,350, \\ 39\,000\lambda - \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} x_{ij_{max}} \le -801\,750, \\ \sum_{j=1}^{N} x_{ij} \ge a_i (i = 1,2,\dots,M), \\ \sum_{i=1}^{M} x_{ij} \ge b_j (j = 1,2,\dots,N), \\ \sum_{i=1}^{M} x_{ij} \le d_j (j = 1,2,\dots,N), \\ x_{ij} \ge 0, \quad i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}, \\ 0 \le \lambda(x) \le 1. \end{cases} \quad (2.9)$$

Розв’яжемо цю задачу так само, як і на попередніх кроках, значення цільової функції розрахуємо відштовхуючись від згенерованої випадковим чином матриці c_{ij}.

Таблиця 2.7

Компромісний розв’язок задачі оптимізації перевезень в умовах невизначеності

λ = 1	B1	B2	B3	B4	B5	Замовлено	Мін замовлення
A1	300	1 100	0	0	0	1 400	1 400
A2	0	0	0	0	1 700	1 700	400
A3	0	0	0	1 800	0	1 800	1 800
A4	2 100	0	0	200	0	2 300	2 300
A5	600	0	0	0	1 600	2 200	2 200
A6	0	0	1 800	0	0	1 800	1 800
A7	0	0	1 500	0	0	1 500	1 500
A8	0	0	700	0	0	700	700
A9	0	1 900	0	0	0	1 900	1 900
A10	0	1 000	0	0	0	1 000	1 000
Доставлено	3 000	4 000	4 000	2 000	3 300		
Потреба	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300		
Місткість	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000		

Цільова функція
638 800

При випадково визначених значеннях тарифів:					
	38	25	53	27	30
	40	33	83	29	40
	24	25	83	26	37
	26	24	49	25	33
	21	25	74	35	33
	28	23	65	27	27
	24	35	54	27	31
	29	29	66	35	39
	35	41	61	40	29
	37	38	85	29	30

Отримуємо наступний компромісний розв’язок задачі лінійного програмування з нечіткими параметрами з рівнем задоволеності рішенням 1.

В рамках спеціального розділу також було розроблено експертну систему, що на основі 15 питань, в залежності від багатьох різних факторів, допомагає обрати оптимальний транспортний засіб фармацевтичних товарів в заданих умовах.

2.2 Задача вибору транспортного засобу для транспортування фармацевтичної продукції

2.2.1 Змістова постановка задачі

Транспортування фармацевтичної продукції має ряд особливостей і вимог, зокрема враховуючи температурні умови зберігання продукції, захист від пошкоджень, світлочутливість та вологочутливість певних препаратів, крихкість форми випуску, державні врегулювання щодо транспортації певних груп препаратів, тощо, які вимагають спеціальних транспортних засобів. Необхідно обрати вид транспортного засобу для перевезення фармацевтичної продукції з урахуванням наявних можливостей, об'єму вантажу, вартості перевезення та вищезазначених вимог до транспортування.

2.2.2 Створення бази знань

Сформулюємо знання про дану область дослідження у вигляді двох наборів:

Q – набір питань/симптомів/свідчень/тощо;

V – набір варіантів рішення,

а також двох матриць вірогідності $P_y = \left\{p_{y_{ij}}\right\}$ і $P_n = \left\{p_{n_{ij}}\right\}$, розміром m×n, де $p_{y_{ij}}$ – вірогідність отримання позитивної відповіді на j-те питання, якщо і-й результат вірний; в той час як $p_{n_{ij}}$ – вірогідність отримання негативної відповіді на j-те питання, якщо і-й результат вірний; n і m – кількість питань і результатів відповідно. Крім того, кожному результату P привласнюється певна апріорна вірогідність, тобто вірогідність цього результату у разі відсутності додаткової інформації.

В процесі роботи на основі цих наборів, матриць і теореми Байєса експертна система визначатиме апостеріорну вірогідність кожного результату скориговану відповідно отриманих від користувача відповідей на кожне питання:

– при позитивній відповіді $P_{\text{апостер.}} = \frac{P_{y_{ij}} * P_i}{P_{y_{ij}} * P_i + P_{n_{ij}} * (1 - P_i)}$, (3.1)

– при негативній відповіді $P_{\text{апостер.}} = \frac{\left(1 - P_{y_{ij}}\right) * P_i}{\left(1 - P_{y_{ij}}\right) * P_i + \left(1 - P_{n_{ij}}\right) * (1 - P_i)}$, (3.2)

при відповіді «не знаю» апостеріорна вірогідність дорівнюватиме апріорній.

Важливо врахувати, що виникнення апостеріорної ймовірності $P_{y_{i1}}$ або $P_{n_{i1}}$ зі значенням 1 або 0 призведе до передчасного сходження роботи алгоритму системи до одного з результатів/повного виключення одного з результатів з подальших кроків відбору. Решта відповідей, якими б підходящими/ непідходящими вони не були по іншим критеріям, не зможуть «погіршити» або «покращити» показник відповіді з апостеріорною ймовірністю 1 або 0 та вивести її з цього значення. Тому для того, щоб алгоритм працював «м'якіше» і, в результаті, коректніше, в матрицях P_y та P_n краще користуватись значеннями від 0,01 до 0,99.

Набір питань Q

1. Очікувана вага загального замовлення складає менше 1,5 т?
2. Очікувана вага загального замовлення складає 1,5-10 т?
3. Очікувана вага загального замовлення складає більше 10 т?
4. Температурний режим зберігання даного препарату від +2° до +8° С?
5. Температурний режим зберігання даного препарату від +8° до +15° С?
6. Температурний режим зберігання даного препарату від +15° до +25° С?
7. Температурний режим зберігання даного препарату від -15° С?

8. Даний препарат світлочутливий? (Наприклад, антибіотики, вітаміни тощо)
9. Даний препарат вологочутливий? (Наприклад, шипучі таблетки, гігроскопічні порошки тощо)
10. Форма випуску даного препарату чутлива до механічних пошкоджень? (Наприклад, скляна тара, аерозоль тощо)
11. Чи відноситься даний препарат до групи товарів, чиє перевезення додатково регулюється державою? (Наприклад, психотропні засоби, біологічні матеріали тощо)
12. Даний препарат відноситься до інсулінів?
13. Відстань, на яку треба перевезти препарат перевищує 300 км?
14. Чи область, в яку треба доставити медикаменти, вважається прифронтовою?

Набір результатів V

1. Укрпошта.Аптека (проєкт від 09.08.2024, за яким Укрпошта уклала договір з Національною службою здоров'я України за програмою реімбурсації на безоплатну доставку медпрепаратів певних груп (**Наркотичні препарати та інсуліни не підлягають замовленню та доставці через Укрпошту**))

2. Рефрижератори вантажомісткістю:
   2.1 до 1,5 т
   2.2 від 1,5 до 10 т
   2.3 10-20 т і більше

   2.1.1 Рефрижераторні вагони (вантажомісткість 20-60 т)*

3. Ізотермічні фургони вантажомісткістю:

3.1 до 1,5 т

3.2 від 1,5 до 10 т

3.3 10-20 т і більше

3.1.1 Ізотермічний контейнер (вантажомісткість до 30 т)*

4. кур’єрські автомобілі

* – опції перевезення залізницею.

Складемо матриці:

Таблиця 3.1

Матриця вірогідності P_y

Q / V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	вагові обмеження			температурний режим				особливості препарату					логістика	
1	0,9	0,1	0,1	0,3	0	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0	0,95
2.1	0,9	0,7	0,1	0,7	0,6	0,3	0,9	0	0	0	0,7	0	0,1	0
2.2	0,4	0,9	0,6	0,7	0,6	0,3	0,9	0	0	0	0,7	0	0	0
2.3	0,1	0,3	0,9	0,7	0,6	0,3	0,9	0	0	0	0,7	0	0	0
2.1.1	0,1	0,1	0,9	0,7	0,6	0,3	0,9	0	0	0	0		0,9	0,1
3.1	0,9	0,7	0,1	0,4	0,4	0,7	0,3	0,6	0	0	0	0,6	0,1	0
3.2	0,4	0,9	0,6	0,4	0,4	0,7	0,3	0,6	0	0	0	0,6	0	0
3.3	0,1	0,3	0,9	0,4	0,4	0,7	0,3	0,6	0	0	0	0,6	0	0
3.1.1	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	0,7	0,3	0	0	0	0	0	0,9	0,1
4	0,9	0,6	0,1	0,4	0	0	0,1	0,3	0	0	0	0,9	0	0,9

Таблиця 3.2

Матриця вірогідності P_n

V \ Q	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	вагові обмеження			температурний режим				особливості препарату					логістика	
1	0,1	0,9	0,9	0,7	0	0	0,9	0,7	0,7	0,6	0,9	0,9	0	0,05
2.1	0,1	0,3	0,9	0,3	0,4	0,7	0,1	0	0	0	0,3	0	0,9	0
2.2	0,6	0,1	0,4	0,3	0,4	0,7	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0
2.3	0,9	0,7	0,1	0,3	0,4	0,7	0,1	0	0	0	0,3	0	0	0
2.1.1	0,9	0,9	0,1	0,3	0,4	0,7	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,9
3.1	0,1	0,3	0,9	0,6	0,6	0,3	0,7	0,4	0	0	0	0,4	0,9	0
3.2	0,6	0,1	0,4	0,6	0,6	0,3	0,7	0,4	0	0	0	0,4	0	0
3.3	0,9	0,7	0,1	0,6	0,6	0,3	0,7	0,4	0	0	0	0,4	0	0
3.1.1	0,9	0,9	0,1	0,6	0,6	0,3	0,7	0	0	0	0	0	0,1	0,9
4	0,1	0,4	0,9	0,6	0	0	0,9	0,7	0	0	0	0	0	0,1

Збалансованість питань перевіримо як модуль різниці між сумою елементів $p_{y_{ij}}$ та $p_{n_{ij}}$ по кожному j-му питанню; що нижчим є отримане значення, тим краще, вважається, було сформульовано питання:

Таблиця 3.3

Збалансованість запитань Q

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,4	0,6	0,4	0,2	0	0	0	0,2	0,4	0,2	0,4	0,7	0	0,1

Також, необхідно визначити апріорну ймовірність. Оскільки жоден з варіантів не можна назвати кращим за всі інші в незалежності від усіх обставин, розподілимо рівномірно:

Таблиця 3.4

Апріорна ймовірність P_a

	1	2.1	2.2	2.3	2.1.1	3.1	3.2	3.3	3.1.1	4
Pa	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

2.2.3 Реалізація на MiniES

MiniES – це програма, яка являє собою просту експертну систему, що використовує байєсівську систему логічного висновку. Вона призначена для проведення консультації з користувачем у будь-якій прикладній галузі на основі завантаженої бази знань, з метою визначення ймовірності можливих результатів і використовує для цього оцінки правдоподібності деяких передумов, які отримуються від користувача. MiniES є програмним комплексом, який моделює процеси мислення фахівців у певній галузі знань. Вона використовує базу знань, сформовану відповідним фахівцем, і механізми логічного виведення для аналізу вхідних даних та надання обґрунтованих висновків чи рекомендацій.

База знань має бути завантажена в програму у форматі файлу DAT; прописуємо питання, які задаватимемо користувачу, і варіанти відповідей з їхніми апріорними ймовірностями та парами $p_{y_{ij}}$, $p_{n_{ij}}$. Переглянути базу знань можна в додатку В.

Тестування:

Кейс №1:

Генсулін Н суспензія д/ін. 100 МО/мл по 10 мл №1 у флак., рецептурний препарат, шприц-ручка, чутлива до механічних пошкоджень, має зберігатись у холодильнику, необхідно перемістити на склад у Львові.

(1) Вопрос:
Очікувана вага загального замовлення складає менше 1,5 т?
Ответ : 5.000000

(2) Вопрос:
Очікувана вага загального замовлення складає більше 10 т?
Ответ : -5.000000

(3) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від -15° С?
Ответ : -5.000000

(4) Вопрос:
Очікувана вага загального замовлення складає 1,5-10 т?
Ответ : -5.000000

(5) Вопрос:
Відстань, на яку треба перевезти препарат перевищує 300 км?
Ответ : 5.000000

(6) Вопрос:
Чи область, в яку треба доставити медикаменти, вважається прифронтовою?
Ответ : -5.000000

(7) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від +15° до +25° С?
Ответ : -5.000000

(8) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від +2° до +8° С?
Ответ : 5.000000

(9) Вопрос:
Даний препарат відноситься до інсулінів?
Ответ : 5.000000

(10) Вопрос:
Чи відноситься даний препарат до групи товарів, чиє перевезення додатково регулюється державою? (Наприклад, психотропні засоби, біологічні матеріали тощо)
Ответ : 2.000000

(11) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від +8° до +15° С?
Ответ : -5.000000

(12) Вопрос:
Даний препарат світлочутливий? (Наприклад, антибіотики, вітаміни тощо)
Ответ : 2.000000

(13) Вопрос:
Даний препарат вологочутливий? (Наприклад, шипучі таблетки, гігроскопічні порошки тощо)
Ответ : -4.000000

(14) Вопрос:
Форма випуску даного препарату чутлива до механічних пошкоджень? (Наприклад, скляна тара, аерозоль тощо)
Ответ : 5.000000

Все данные обработаны.
Вопросов задано: 14.
Конец консультации.

Рисунок 3.1 – Тестування MiniES на кейсі №1

Отримуємо наступний результат:

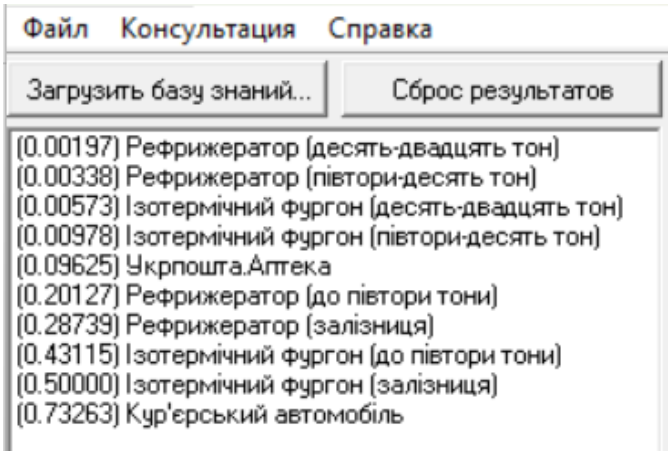

Рисунок 3.2 – Результат тестування MiniES на кейсі №1

Кейс №2

Парацетамол капсули по 500 мг №10, безрецептурний товар, форма випуску – пігулки, необхідно доставити в аптеку на іншому кінці міста, зберігати треба при температурі не вище 25° С, є частиною великого замовлення.

Начало консультации.

(1) Вопрос:
Очікувана вага загального замовлення складає менше 1,5 т?
Ответ : -5.000000

(2) Вопрос:
Очікувана вага загального замовлення складає 1,5-10 т?
Ответ : 5.000000

(3) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від -15° С?
Ответ : -5.000000

(4) Вопрос:
Очікувана вага загального замовлення складає більше 10 т?
Ответ : -5.000000

(5) Вопрос:
Відстань, на яку треба перевезти препарат перевищує 300 км?
Ответ : -5.000000

(6) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від +15° до +25° С?
Ответ : 5.000000

(7) Вопрос:
Чи область, в яку треба доставити медикаменти, вважається прифронтовою?
Ответ : -5.000000

(8) Вопрос:
Температурний режим зберігання даного препарату від +2° до +8° С?
Ответ : -5.000000

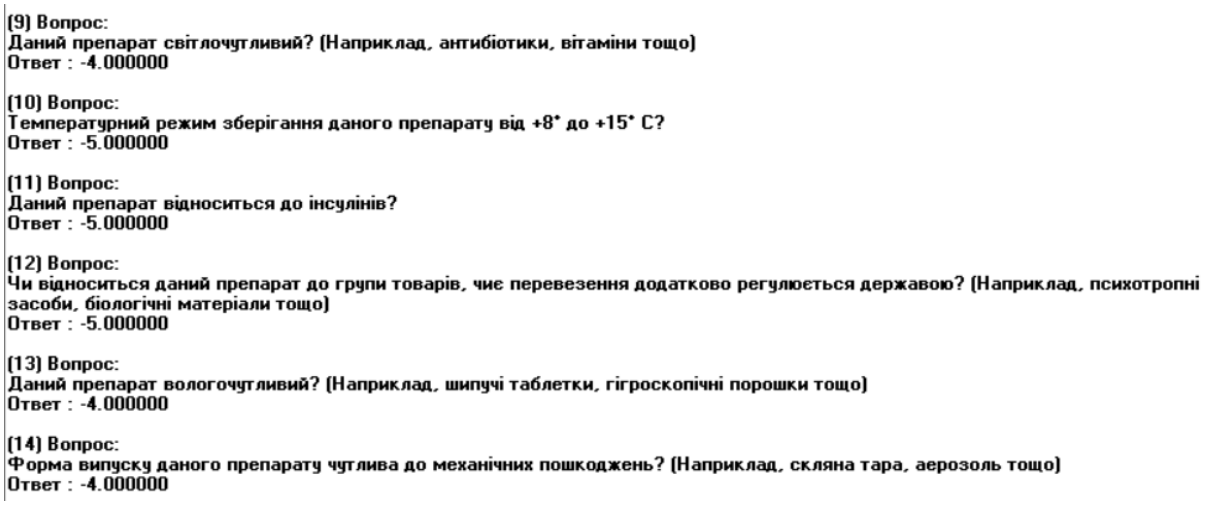

Рисунок 3.3 – Тестування MiniES на кейсі №2

Отримуємо наступний результат:

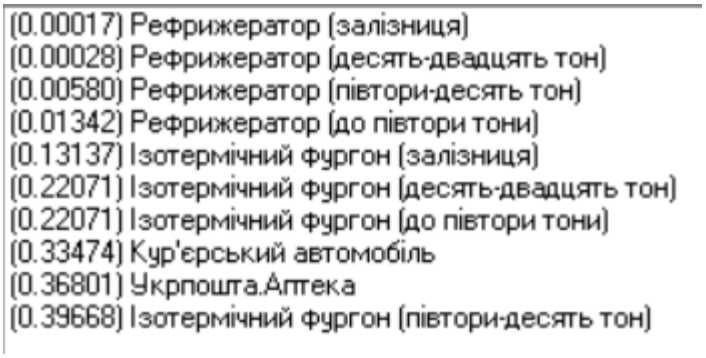

Рисунок 3.4 – Результат тестування MiniES на кейсі №2

Як бачимо, розроблена експертна система видає цілком обґрунтовані, з огляду на закладену логіку, відповіді: Кур’єрський автомобіль для доставки крихкого рецептурного препарату в інший кінець країни та Ізотермічний фургон для масштабного замовлення, яке потрібно було перевезти в межах міста.

Висновки до розділу 2

У спеціальному розділі було розв’язано задачу оптимізації перевезень в умовах невизначеності використовуючи метод послідовної редукції. Такий підхід дозволив ефективно трансформувати складну задачу, що враховує множинні

фактори і невизначеність вхідних даних, у послідовність простіших підзадач, розв’язання яких забезпечує прийняття обґрунтованих управлінських рішень у логістичних процесах.

Додатково було розроблено експертну систему, що дозволяє визначити оптимальний тип транспортного засобу для перевезення вантажів за заданих умов (враховуючи обсяги поставок, транспортні характеристики, специфіку фармацевтичних препаратів, та інші аспекти). Система функціонує на базі вбудованої бази знань і логічних правил, що дозволяє підвищити точність і швидкість прийняття рішень у транспортному плануванні.

У процесі розв’язання задачі в початковому варіанті, орієнтованому на мінімізацію витрат, було встановлено, що оптимальна стратегія передбачає закупівлю обсягів вантажу на рівні нижніх контрактних меж, що знижує логістичні витрати, але потенційно обмежує гнучкість у забезпеченні потреб підприємства.

Проте після введення додаткових обмежень та врахування функції задоволеності рішенням, яка відображає рівень прийнятності рішення з позиції практичної ефективності, стратегія закупівлі істотно змінилася. Розрахунки показали, що найбільш ефективним рішенням є закупівля максимально можливого обсягу продукції (за один рейс), обмеженого лише місткістю складів. Такий підхід дозволяє мінімізувати ризики нестачі товарів, зменшити частоту перевезень та досягти більшої стабільності постачання за умов невизначеності.

Таким чином, запропонована модель і експертна система довели свою ефективність у підтримці прийняття логістичних рішень. Вони дозволяють не лише мінімізувати витрати, а й досягти стратегічної ефективності перевезень шляхом оптимізації обсягів закупівель та вибору транспортного засобу відповідно до реальних умов дистриб’юції на сучасному ринку.

ВИСНОВОК

В межах даної кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження діяльності підприємства з метою виявлення проблемних зон у логістичних процесах та розробки ефективного підходу до оптимізації перевезень в умовах невизначеності. Робота поєднує глибокий інформаційно-аналітичний аналіз із практичним застосуванням математичних методів та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Було оглянуто і проаналізовано бізнес-процеси підприємства; зроблено огляд задач, що виникли при управлінні логістичними процесами даного підприємства; розв’язано задачу оптимізації перевезень в умовах невизначеності; створено експертну систему, що допомагає обрати оптимальний транспортний засіб для подальшого перевезення фармацевтичної продукції.

Для поставленої задачі пошуку оптимального маршруту перевезення в умовах ТОВ «БаДМ» було розв’язано задачу оптимізації перевезень з нечіткими параметрами методом послідовної редукції, що забезпечив мінімізацію витрат, гарантував виконання умов співпраці з постачальниками і забезпечив належне наповнення складів. Для створення експертної системи було створено базу знань та імплементовано в програмному комплексі MiniES.

Використання методу послідовної редукції для розв’язання задачі лінійного програмування з нечіткими параметрами дозволило зменшити складність задачі, зберігаючи при цьому її основну структуру та логіку, та прийти до компромісного рішення в рамках нововведених обмежень, які отримуються на основі розв’язання граничних цільових функцій задачі та введення функції, що описує рівень задоволеності рішенням.

В таблиці 3.1 наведено кінцевий розв’язок поставленої в цій кваліфікаційній роботі задачі.

Таблиця 3.1

Компромісний розв’язок поставленої задачі оптимізації

λ = 1	B1	B2	B3	B4	B5	Замовлено	Мін замовлення
A1	428	970	2	0	0	1 400	1 400
A2	0	0	270	0	130	400	400
A3	0	1 797	0	0	3	1 800	1 800
A4	1 943	0	0	357	0	2 300	2 300
A5	0	0	0	0	3 167	3 167	2 200
A6	0	0	713	1 087	0	1 800	1 800
A7	0	0	1 541	0	0	1 541	1 500
A8	628	0	70	2	0	700	700
A9	0	0	1 900	0	0	1 900	1 900
A10	0	1 000	0	0	0	1 000	1 000
Доставлено	2 999	3 767	4 496	1 446	3 300		
Потреба	2 100	3 400	3 750	1 400	3 300		
Місткість	3 000	4 000	4 500	2 000	4 000		

Узагальнюючи проведене дослідження, можна зробити висновок, що поєднання традиційного економічного аналізу, методів оптимізації та інтелектуальних систем підтримки рішень є ефективним підходом до вирішення сучасних логістичних задач підприємства. Запропоновані рішення мають практичну цінність і можуть бути впроваджені для підвищення ефективності операційної діяльності та зміцнення конкурентних позицій підприємства на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т. А. Желдак, Т. В. Хом'як, А. В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 32 с. url: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/170863
2. Передатестаційна практика [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, А.В. Малієнко, О.Д. Станіна ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 24 с. https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/173256
3. Молоканова В. М., Малієнко А. В., Одновол М. М., Владико О. Б. Системний аналіз в управлінні розвитком складних систем: навч. посіб. / В.М. Молоканова, А.В. Малієнко, М.М. Одновол, О.Б. Владико. – Дніпро: Видавець Лізунов Є. В., 2024. – 94 с
4. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. / С.А. Ус, Л.С. Коряшкіна; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – 2-ге вид. випр. – Дніпро : НТУ «ДП», 2018. – 300 с. Доступ: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/153995
5. Желдак Т.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387с. Доступ: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/156356

6. Виробнича практика [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 25 с. https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/173193
7. Хабарлак К.С. Аналіз та обробка великих даних [Електронний ресурс] :конспект лекцій для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / К.С. Хабарлак, Т.В. Хом'як ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 111 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/168662
8. Желдак Т.А. Самонавчання складних систем [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / Т.А. Желдак, К.С. Хабарлак, Д.М. Гаранжа ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 66 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167645
9. Навчальна практика з обчислень [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Л.С. Коряшкіна, О.М. Алєксєєв, Д.М. Гаранжа, Ю.О. Шевченко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 57 с. https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/173197

10. «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 82 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167968
11. Хом'як Т. В. Бази даних у професійних задачах аналітики [Електронний ресурс] : навч. наочн. посіб. / Т. В. Хом'як, К. С. Хабарлак, Д.М. Гаранжа; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». − Дніпро : НТУ «ДП», 2024. − 192с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167969
12. Малієнко А.В. Основи системного аналізу. Матеріали методичного забезпечення до практичних робіт для студентів спеціальності 12 галузі [Електронний ресурс] / А.В. Малієнко, О.Б. Владико, С.В. Козир, Д.М. Гаранжа; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т. – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 86 с
13. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: навч. посібник / С.В. Козир, В.В. Слєсарєв, С.А. Ус, Т.В. Хом'як; М-во освіти і науки України.–Дніпро: НТУ «ДП» ,2022. – 163с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/160245
14. Хом'як Т.В., Коханчик Н.С., Малієнко А.В. Вирішення задачі маршрутизації транспорту на підприємстві // Збірник наукових праць НГУ. – 2020. - №63, с. 145-155.
15. Хом'як Т.В., Малієнко А.В. Симонець Г.В. Застосування методів згладжування для прогнозування обсягу виробництва // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології Збірник наукових праць. № 1'2019. - С 8 -12.

16. Прийняття рішень в умовах конфлікту : навч. наоч. посіб. [Електронний ресурс] / С.А. Ус, О.Д. Станіна, М.М. Одновол ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 146 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167907
17. Моделювання сталого розвитку: навч. посіб. / С.А. Ус., Л. Л. Палєхова. – Дніпро : НТУ «Дніпровська Політехніка», 2024. – 160 с. https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/166158
18. Стале споживання та виробництво у глобальних ланцюгах створення вартості: монографія. За заг. ред. А. В. Павличенка та Л. Л. Палєхової. Дніпро-Дрезден, 2024. 245 с. Доступ: http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167974
19. Дискретна математика: навч. посібник / В.В. Слєсарєв, І.В. Новицький, С.А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 183 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/164331
20. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку / О.В. Трифонова, Л.В.Тимошенко, С.А. Ус. – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 240 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/165392
21. Коряшкіна Л.С. Практикум за курсом «Методи оптимізації та дослідження операцій». Частина І. Дослідження операцій: навч. посіб. / Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус / М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2020. – 182 с. Доступ: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/166157

22. Практикум за курсом «Методи оптимізації та дослідження операцій». Частина ІІ. Нелінійне програмування: навч. посіб. / Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус / М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2023. – 220 с.
23. Аналіз програмного забезпечення [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра галузі знань 12 (F) Інформаційні технології / уклад.: О.С. Мінєєв, Ю.О. Шевченко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2026. – 28 с. https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/173326
24. Програмування та алгоритмічні мови [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз. У 2 ч. Ч 2 / уклад.: Т.В. Хом’як, Ю.О. Шевченко, Д.М. Гаранжа ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2026. – 48 с. Режим доступу: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/173149
25. Виробнича практика [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 25 с. https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/173193

ДОДАТКИ

Додаток А

Відомості матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітки
1				
2		Документація		
3				
4	САУ.КР.25.55.ПЗ	Пояснювальна записка		Формат А4
5				
6		Демонстраційний матеріал		Презентація на CD-R
7				
8		Копія роботи		Диск CD-R
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

					САУ.КР.25.55.ДА.ПЗ			
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чепурна І.О.			**Матеріали кваліфікаційної роботи**	Літ.	Аркуш	Аркушів
К. розд.		Ус С. А.						
Керівн.		Ус С. А.				НТУ "ДП", 12; 124-21-2		
Н.контр.		Хом'як Т. В.						
Зав. каф.		Желдак Т. А.						

Додаток Б

Відгук
на кваліфікаційну роботу бакалавра
здобувача вищої освіти групи *124-21-2*
спеціальності *124 Системний аналіз*
Чепурної Ірини Олександрівни

Тема кваліфікаційної роботи: «Аналіз та оптимізація процесу транспортування медичної продукції в умовах підприємства ТОВ «БаДМ»».

Обсяг кваліфікаційної роботи: 59 сторінок, 20 таблиць, 13 рисунків, 19 джерел літератури.

Мета кваліфікаційної роботи: оптимізація логістичних процесів на підприємстві ТОВ «БаДМ».

Актуальність теми роботи. Оптимізація процесу транспортування продукції є ключовою для сучасних бізнесів, оскільки вона забезпечує ефективне управління постачанням, зниження витрат та підвищення рівня обслуговування клієнтів. Застосування математичних методів і аналітики дозволяє оптимізувати маршрути, скорочувати час доставки та зменшувати втрати, що сприяє покращенню ефективності бізнесу та забезпечує його стабільний розвиток.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз. В роботі були поставлені і вирішені такі завдання: проаналізовано діяльність підприємства, його бізнес процеси, визначено актуальні задачі та розв’язано задачу визначення оптимальних перевезень в умовах невизначеності, розроблено експертну систему для аналізу кредитоспроможності позичальника.

За рівнем складності виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам, що висуваються до кваліфікаційних робіт бакалавра спеціальності 124 – системний аналіз.

Оригінальність наукових рішень полягає в застосуванні точних математичних методів, зокрема методів нечіткого математичного програмування, для розв’язанні задачі оптиізації перевезень в умовах невизначеності і побудові експертної системи для вибору транспортного засобу.

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає у можливості застосування запропонованого підходу для оптимізації перевезень з урахуванням інтервально визначених витрат. Запропонований підхід дозволяє враховувати невизначеність, яка притаманна реальним практичним задачам.

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в практичній діяльності підприємств різних галузей, які пов’язані із транспортуванням продукції.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами, що висуваються до бакалаврських кваліфікаційних робіт. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі.

Зауважень до роботи не маю.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки , а її автор, Чепурна Ірина Олександрівна, вважаю, заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,
к.ф.-м.н., доцент,
професор кафедри системного аналізу і управління С.А.Ус

Додаток В

Файл у форматі .DAT, на основі якого оперує розроблена експертна система:

```
Авторка Чепурна Ірина, 124-21-2.
База знань про види транспортації, що використовуються для перевезення фармацевтичної продукції.

Питання:
Очікувана вага загального замовлення складає менше 1,5 т?
Очікувана вага загального замовлення складає 1,5-10 т?
Очікувана вага загального замовлення складає більше 10 т?
Температурний режим зберігання даного препарату від +2° до +8° С?
Температурний режим зберігання даного препарату від +8° до +15° С?
Температурний режим зберігання даного препарату від +15° до +25° С?
Температурний режим зберігання даного препарату від -15° С?
Даний препарат світлочутливий? (Наприклад, антибіотики, вітаміни тощо)
Даний препарат вологочутливий? (Наприклад, шипучі таблетки, гігроскопічні порошки тощо)
Форма випуску даного препарату чутлива до механічних пошкоджень? (Наприклад, скляна тара, аерозоль тощо)
Чи відноситься даний препарат до групи товарів, чиє перевезення додатково регулюється державою? (Наприклад, психотропні засоби, біологічні матеріали тощо)
Даний препарат відноситься до інсулінів?
Відстань, на яку треба перевезти препарат перевищує 300 км?
Чи область, в яку треба доставити медикаменти, вважається прифронтовою?

Укрпошта.Аптека,0.1, 1,0.9,0.1, 2,0.01,0.99, 3,0.1,0.9, 4,0.3,0.7, 7,0.1,0.9, 8,0.3,0.7, 9,0.3,0.7, 10,0.4,0.6, 11,0.1,0.9, 12,0.1,0.9, 14,0.95,0.05
Рефрижератор (до півтори тони),0.1, 1,0.9,0.1, 2,0.7,0.3, 3,0.1,0.9, 4,0.7,0.3, 5,0.6,0.4, 6,0.3,0.7, 7,0.9,0.1, 11,0.7,0.3, 13,0.1,0.9
Рефрижератор (півтори-десять тон),0.1, 1,0.4,0.6, 2,0.9,0.1, 3,0.6,0.4, 4,0.7,0.3, 5,0.6,0.4, 6,0.3,0.7, 7,0.9,0.1, 11,0.7,0.3
Рефрижератор (десять-двадцять тон),0.1, 1,0.1,0.9, 2,0.3,0.7, 3,0.9,0.1, 4,0.7,0.3, 5,0.6,0.4, 6,0.3,0.7, 7,0.9,0.1, 11,0.7,0.3
Рефрижератор (залізниця),0.1, 1,0.1,0.9, 2,0.1,0.9, 3,0.9,0.1, 4,0.7,0.3, 5,0.6,0.4, 6,0.3,0.7, 7,0.9,0.1, 13,0.9,0.1, 14,0.1,0.9
Ізотермічний фургон (до півтори тони),0.1, 1,0.9,0.1, 2,0.3,0.7, 3,0.1,0.9, 4,0.4,0.6, 5,0.4,0.6, 6,0.7,0.3, 7,0.3,0.7, 8,0.6,0.4, 12,0.6,0.4
Ізотермічний фургон (півтори-десять тон),0.1, 1,0.4,0.6, 2,0.9,0.1, 3,0.6,0.4, 4,0.4,0.6, 5,0.4,0.6, 6,0.7,0.3, 7,0.3,0.7, 8,0.6,0.4, 12,0.6,0.4, 13,0.9,0.1
Ізотермічний фургон (десять-двадцять тон),0.1, 1,0.1,0.9, 2,0.3,0.7, 3,0.9,0.1, 4,0.4,0.6, 5,0.4,0.6, 6,0.7,0.3, 7,0.3,0.7, 8,0.6,0.4, 12,0.6,0.4
Ізотермічний фургон (залізниця),0.1, 1,0.1,0.9, 2,0.1,0.9, 3,0.9,0.1, 4,0.4,0.6, 5,0.4,0.6, 6,0.7,0.3, 7,0.3,0.7, 13,0.9,0.1, 14,0.1,0.9
Кур'єрський автомобіль,0.1, 1,0.9,0.1, 2,0.6,0.4, 3,0.1,0.9, 4,0.4,0.6, 7,0.1,0.9, 8,0.3,0.7, 14,0.9,0.1
```