

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 магістра

Студентки \_\_\_\_\_ Калашникової Юлії Дмитрівни \_\_\_\_\_

академічної групи \_\_\_\_\_ 124М - 24-1 \_\_\_\_\_

спеціальності \_\_\_\_\_ 124 Системний аналіз \_\_\_\_\_

на тему: «Проектування та оптимізація інвестиційної діяльності в умовах фермерського господарства»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційно	
кваліфікаційної роботи	<i>к.т.н., доц. Желдак Т.А.</i>			
розділів:				
Інформаційно- теоретичний	<i>к.т.н. доц. Желдак Т.А.</i>			
Спеціальний	<i>к.т.н. доц. Желдак Т.А.</i>			
Рецензент	<i>д.т.н., проф. Алексєєв М.О.</i>			
Нормоконтроль	<i>к.ф.-м.н, доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро,  
2024

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
**завідувач кафедри**  
**Системного аналізу і управління**  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Т.А. Желдак  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня магістра**

**студентці Калашикової Ю.Д. академічної групи 124м-23-1**  
**спеціальності 124 Системний аналіз**

**на тему «Проектування та оптимізація інвестиційної діяльності в умовах фермерського господарства»**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»  
від «16» жовтня \_\_\_\_\_ 2024 р. № 1388-с

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
<i>Інформаційно-теоретичний розділ</i>	<i>Проаналізувати господарську діяльність підприємства. Виділити ключові проблеми для вирішення. Обрати методи вирішення проблем виробничого циклу. Поставити задачу дослідження</i>	10.10.2024
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>Розв'язати задачі вибору постачальника, прийняття рішень щодо інвестиційного проекту та визначення класу пшениці за її характеристиками. Реалізувати запропоновані рішення у вигляді програмних модулів. Розробити проект будівництва нового силосного бункера</i>	01.12.2024

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., доц. Т.А. Желдак

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: «06» вересня 2024 р.

Завдання прийняла до виконанням \_\_\_\_\_

(підпис)

Ю.Д.

(прізвище, ініціали)

Калашикова

Термін подання кваліфікаційної роботи до ДЕК \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 70 с., \_\_\_ рис., \_\_\_ табл., 11 джерел, 2 додатків.

Мета роботи: підвищення ефективності господарської діяльності підприємства за рахунок вирішення актуальних задач оптимізації окремих виробничих процесів.

Об'єкт дослідження: господарська діяльність підприємства ТОВ «Еспотрейд», яке працює на ринку зернової продукції.

Предмет дослідження: моделі та методи оптимізації, прийняття рішень та управління проектами, які дозволяють оптимізувати окремі виробничі процеси ТОВ «Еспотрейд».

В першому розділі кваліфікаційної роботи проаналізовано функціональну структуру управління підприємства та фінансові показники його діяльності, які є нестабільними через нестачу персоналу, військові дії в Україні, неможливість прогнозування логістичних процесів, амортизацію обладнання тощо. Ідентифіковано актуальні задачі, які мають бути вирішені для досягнення мети дослідження. Обрані методи розв'язання поставлених задач.

В другому розділі кваліфікаційної роботи застосовано метод пошуку з заборонами для розв'язання оптимізаційної задачі максимізації прибутковості елеватора, метод аналізу ієрархій для розв'язання задачі формування інвестиційного портфелю підприємства, методику управління проектами для розробки проекту будівництва нового силосу та метод нечітких оцінок для розробки інтелектуальної системи ідентифікації класу пшениці.

Практична цінність роботи полягає розробці набору програмних продуктів, що дозволяють вирішувати актуальні задачі оптимізації виробничих процесів на об'єкті дослідження.

Ключові слова: ГЛОБАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ, ЗАДАЧА ПРО НАПЛІЧНИК, ПОШУК ІЗ ЗАБОРОНАМИ, НЕЧІТКІ ОЦІНКИ,

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, ІНВЕСТИЦІЇ,  
ЕЛЕВАТОР

## THE ABSTRACT

Explanatory note: 70 p., \_\_\_ fig., \_\_\_ table, 11 sources, 2 appendices.

The purpose of the work is to increase the efficiency of the enterprise's economic activity by solving the current problems of optimizing individual production processes.

The object of the study is the economic activity of the enterprise LLC "Espotrej," which operates in the grain market.

The subject of the study is models and methods of optimization, decision-making, and project management, which allow the optimization of individual production processes of LLC "Espotrej."

The first section of the qualification work analyzes the functional structure of the enterprise's management and financial indicators of its activities, which are unstable due to staff shortages, military operations in Ukraine, the impossibility of predicting logistics processes, equipment depreciation, etc. Current problems that must be solved to achieve the research goal are identified. Methods for solving the task set are selected.

In the second section of the qualification work, the search method with prohibitions is used to solve the optimization problem of maximizing the profitability of the elevator, the process of hierarchy analysis to solve the problem of forming the investment portfolio of the enterprise, the project management methodology for developing a project for the construction of a new silo, and the method of fuzzy estimates for creating an intelligent system for identifying the class of wheat.

The practical value of the work lies in developing a set of software products that allow the current problems of optimizing production processes at the research object to be solved.

Keywords: GLOBAL OPTIMIZATION, KNAPSACK PROBLEM, SEARCH WITH CONFUSIONS, FUZZY ESTIMATES, PROJECT MANAGEMENT, HIERARCHY ANALYSIS METHOD, INVESTMENTS, ELEVATOR



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....	8
1.1 Характеристика підприємства ТОВ «Експотрейд», як об'єкта господарської діяльності .....	8
1.2 Технології зберігання зернових.....	13
1.3 Постановка задачі дослідження.....	19
1.4. Метод пошуку із заборонами.....	22
1.5 Метод аналізу ієрархій .....	31
1.6 Метод нечіткої логіки.....	36
1.7 Методика управління проектами .....	37
1.8 Висновки до розділу .....	40
2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	41
2.1 Задача вибору постачальників та метод її вирішення .....	41
2.2 Прийняття рішення інвестиційного проекту і визначення найкращої серед альтернатив .....	48
2.3 Визначення класу пшениці методом нечіткої логіки.....	54
2.4 Проект будівництва нового силосного бункера. ....	50
2.5 Висновки до розділу .....	67
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:.....	70
ДОДАТКИ.....	72
ДОДАТОК А.....	72
ДОДАТОК Б .....	73

## ВСТУП

Українське сільське господарство у 2023-2024 роках стикається з рядом значних проблем, які впливають на його ефективність, експортний потенціал та стійкість. Основні виклики можна виділити за такими напрямками:

1. Наслідки війни та інфраструктурні збитки. Вторгнення Росії в Україну призвело до значних втрат серед сільськогосподарських угідь, пошкодження техніки, складів, елеваторів та інших об'єктів агроінфраструктури. Зокрема, поля на сході та півдні країни заміновані або перебувають під загрозою обстрілів. Це створює труднощі в доступі до угідь, а також підвищує витрати на відновлення інфраструктури.

2. Експортні обмеження та транспортні проблеми. Українське сільське господарство значною мірою залежить від експорту, особливо зернових і олійних культур. У зв'язку з блокадою портів на Чорному морі та періодичними обмеженнями на залізничні перевезення через західний кордон, експорт суттєво ускладнений. Альтернативні маршрути, такі як Дунайські порти чи транспорт через європейські країни, часто не справляються з обсягом вантажу, що підвищує логістичні витрати та збільшує терміни доставки.

3. Фінансові труднощі та доступ до кредитування. Сільгоспвиробники стикаються зі зниженням доступу до фінансування через нестабільну економічну ситуацію та високі ризики. Багато банків обмежили кредитування, а вартість кредитів зросла. Це ускладнює можливість інвестувати в нові технології, закупівлю насіння, добрив та палива, що напряму впливає на врожайність.

4. Зростання вартості виробничих ресурсів. Війна спричинила ріст цін на пальне, добрива, насіння та засоби захисту рослин, що підвищує собівартість виробництва. Особливо критичною є проблема з паливом, адже його доступність і вартість прямо впливають на сезонні роботи, такі як посів і



збір врожаю. Водночас, у багатьох фермерів виникають проблеми з постачанням і зберіганням необхідних ресурсів.

5. Зміни клімату та природні катастрофи. Зміни клімату, що спостерігаються останніми роками, ускладнюють сільськогосподарське виробництво. Екстремальні погодні умови, такі як посухи та зливи, можуть знищити частину врожаю. Для України, яка традиційно виробляє пшеницю, кукурудзу та інші зернові культури, нестабільність клімату є додатковим викликом, оскільки такі культури залежать від погодних умов.

6. Втрата кваліфікованих кадрів. Військові дії призвели до масового переміщення людей, і чимало сільських жителів або мобілізовані, або виїхали за межі країни. Це створило дефіцит робочої сили, особливо кваліфікованих аграріїв, що впливає на продуктивність галузі та ускладнює ведення господарства.

7. Правові та регуляторні виклики. Український агросектор часто стикається з нестабільністю правового середовища. Оскільки держава змушена швидко адаптувати законодавство до нових умов, фермери та підприємства мають труднощі в адаптації до змін у податковій та митній політиці. Наприклад, зміни в регулюванні експорту та вимогах до сертифікації можуть впливати на планування та експортні стратегії.

Незважаючи на ці виклики, українські аграрії проявляють стійкість і креативність, впроваджують інноваційні рішення та адаптуються до нових умов. Однак для подолання перешкод необхідна комплексна підтримка як з боку держави, так і міжнародних партнерів.

Економічна реформа на селі набула характеру незворотного процесу. Колективні сільськогосподарські підприємства трансформуються у нові організаційно-правові структури на основі приватної власності.

## 1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Характеристика підприємства ТОВ «Експотрейд», як об'єкта господарської діяльності

Товариство з обмеженою відповідальністю «Експотрейд» - високомеханізоване зерносховище силосного типу. Елеватор споруджений в 1986 році, з 1999 року на території елеватора з'явився і став функціонувати борошномельний цех. Площа території елеватора складає 4 га. Комерційний елеватор розташовується в центрі скупчення сільськогосподарських підприємств на перетині автомобільних доріг. Його завдання - приймання зерна з автомобільного транспорту під час збирання, сортування, зважування, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження в великовантажні автомобілі. Передбачається також відвантаження в ж / д вагони, є діюча залізнична гілка, але, як стверджує керівництво товариством, такий спосіб, наразі, не є популярним, оскільки не економічно вигідний.

Компанія ТОВ «Експотрейд» входить до складу великої корпорації Заготзерно, яка має близько десяти подібних підприємств на території України та Молдови.

На даний час ТОВ «Експотрейд» є підприємством, до складу якого входить:

- елеватор загальною ємкістю зберігання – 9 000 тон;
- сушильні агрегати, потужність по сушці зерна – 45 тон на добу;
- млин модульного типу Бмм-700, потужність по помелу пшениці – 25 тон в добу.

Основні види діяльності підприємства:

- 1) закупівля, приймання, післяжнивна обробка, забезпечення збереження і відпуску у встановлені терміни і порядку зерна, масло насіння, сортового насіння зернових і масляничних культур;

- 2) виробництво муки і комбікормів;
- 3) виробництво хлібобулочних виробів;
- 4) реалізація сільськогосподарської продукції;

Одним з діючих факторів, що сприяють впливу на діяльність підприємств, є внутрішньогалузева конкуренція між виробниками – продавцями однорідної товарної продукції, послуг (конкуренція між організаціями однієї галузі). Така конкуренція підштовхує кожне підприємство до найкращого використання і невинного удосконалення техніки, технології, організації виробництва. В районі, де знаходиться підприємств, розташовані ще п'ять подібних підприємств, що також надають послуги зберігання та обробку зернової продукції.

Кількісно-якісне обслуговування технологічного процесу виробництва на підприємстві здійснюють фахівці виробничо-технічної лабораторії. Дані структурні підрозділи укомплектовані кваліфікованими фахівцями і мають в своєму складі сучасне технологічне і комп'ютерне устаткування. Вони відносяться до відділу контролю якості продукції.

Господарчий відділ підприємства ТОВ «Експотрейд» здійснює контроль та регулювання процесів на елеваторі та у млинному цеху. В їх розпорядження також входить нагляд та здійснення операцій на складах.

Організаційно-управлінська структура підприємства представлена на рисунку 1.1. Площа приміщень складає більш 3000 кв. м. Штат співробітників - 40 осіб.

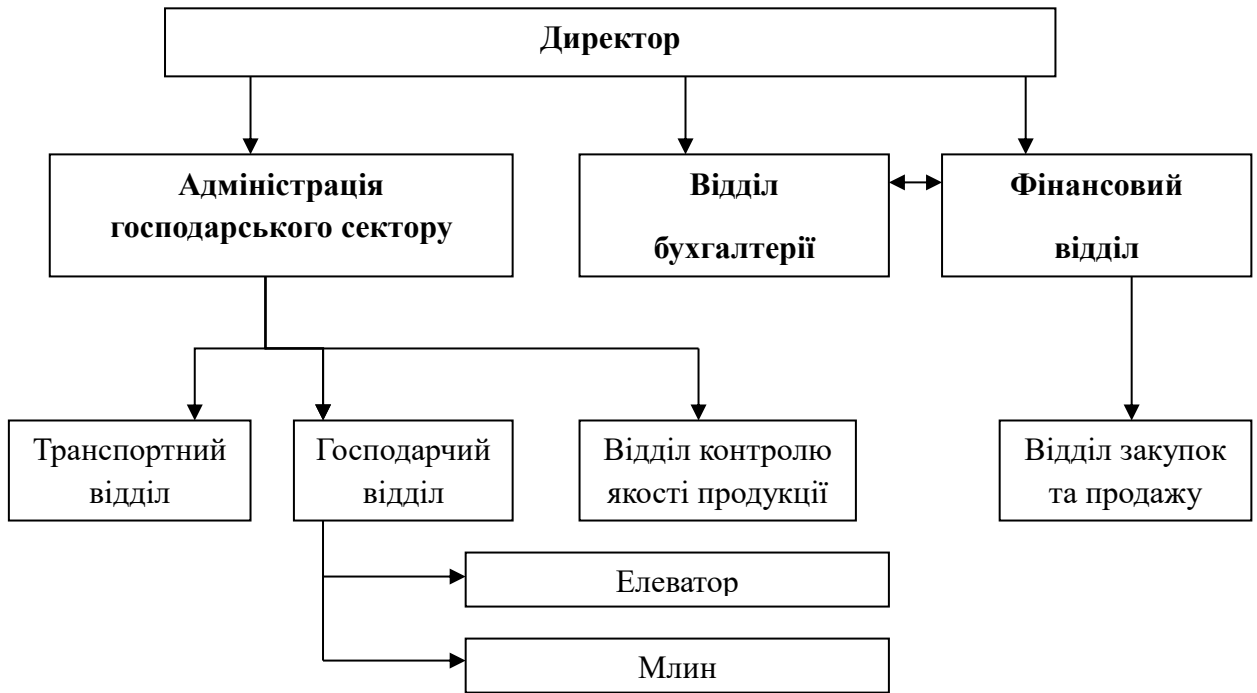


Рисунок 1.1 – Структура компанії «Експотрейд»

Фінансовий відділ відповідає за коректну і своєчасну організацію фінансових розрахунків із клієнтами по угодах. У функції фінансового відділу входить підготовка плану руху коштів, що покликаний забезпечити повне і своєчасне виконання зобов'язань компанії перед клієнтами з мінімальними для них витратами. Фінансовому відділу підпорядкований відділ закупок та продажу, що ведуть облік всіх операцій по закупкам продукції та її продажу.

Відділ бухгалтерії у складі трьох спеціалістів, несе відповідальність за своєчасні розрахунки зовнішніми контрагентами, розробка звітності, переміщення між складами, складський облік, нарахування заробітної плати та інші операції.

На базі підприємства є свій невеликий автопарк, що складається з кількох вантажних та двох легкових автомобілів. Легкові автомобілі, як правило здійснюють доставку робочого персоналу до місця роботи, оскільки найближчий населений пункт знаходиться на відстані 4км. Вантажні автомобілі здійснюють переміщення між складом, млином та елеватором. Великовантажні автомобілі використовуються підприємством при доставці

або відвантаженні готової або обробленої мукомельної продукції, а також за домовленістю здійснюють перевозки зерна.

Близько 20% всього зерна, що зберігається на елеваторі, є власністю компанії, тобто ТОВ «Експотрейд» закуповує зерно у постачальників, для власного виготовлення борошномельної продукції. Данні про збут та реалізацію борошна та інших товарів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

### Реалізація продукції за 2022-2023 рік

	Продукція	Данні за 2022 рік		Данні за 2023 рік	
		Кількість	Сума, грн	Кількість	Сума, грн
1	БОРОШНО ВИЩОГО ГАТУНКУ 1 кг. пакет	8720	174494.22	4290	149300.55
2	БОРОШНО ВИЩОГО ГАТУНКУ 2 кг. пакет	9872	209224.64	14686	485666.02
3	БОРОШНО ВИЩОГО ГАТУНКУ 5 кг. пакет	14305	284032.72	7890	239759.075
4	БОРОШНО ВИЩОГО ГАТУНКУ 50 кг.	469900	10126066.21	260550	7780556.47
5	БОРОШНО ВИЩОГО ГАТУНКУ безтарне	1365120	28916132.7	749160	21575808
6	БОРОШНО І ГАТУНКУ 50 кг.	137630	2777003.92	203100	4731730.57
7	БОРОШНО І ГАТУНКУ безтарне	3575760	68936117.1	2373150	63872805.67
8	ВИСІВКИ	3080556	10026876.24	2829690	32915159.86
9	ВІДХОДИ І КАТЕГОРІЇ	13430	45075.065	20198	324470.39
12	Побічний продукт	109420	364747.85	87258	1057771.54
	<b>Разом</b>	<b>8784713</b>	<b>121859770.7</b>	<b>6549972</b>	<b>133133028.1</b>

Основні економічні показники підприємства ТОВ «Експотрейд» наведені в таблиці 1.2.

Аналізуючи фінансові показники в таблиці 1.2, слід зазначити, що попри збільшення майже в 3 рази (+190%) доходів від надання послуг та незначне збільшення доходів від реалізації продукції (+9,3%), а також значне (+61,5%) зростання разом з курсом основних валют оптової договірної ціни готової продукції, загальні економічні показники роботи є невтішними.

Військова блокада країною агресором українських портів призвела до зменшення обсягів готової та реалізованої продукції на -25,4%. Також негативний вплив на економічні показники має інфляція в країні, яка змушує підвищувати заробітну плату працівників в середньому на 10%. Цей

негативний вплив децю компенсує зменшення кількості працівників (-17,4%) через війну та еміграцію. Як наслідок всього переліченого – падіння рентабельності продажів та рентабельності загальної діяльності на близько 23% і зменшення прибутків на 15,6%.

Таблиця 1.2

### Основні економічні показники об'єкту дослідження

№ пок-ка	Показники	Одиниця вимірювання	2022 рік	2023 рік	Динаміка	
					+/-	%
1	Готова продукція	т.	8,785	6,550	-2,235	-25.4%
2	Собівартість одиниці реалізації продукції	грн./кг.	13.87	20.33	6	46.6%
3	Загальні витрати	тис. грн.	63,235	83,686	20,452	32.3%
4	Оптова договірна ціна продукції	грн./од.	10.4	16.8	6	61.5%
5	Товарна продукція	кг.	8,785	6,550	-2,235	-25.4%
6	Доход від надання послуг	тис. грн	364.75	1057.77	693	190.0%
7	Доход від реалізації продукції	тис.грн.	121843.97	133160.93	11,317	9.3%
8	Прибуток від реалізації	тис.грн.	58,609	49,475	-9,135	-15.6%
9	Рентабельність виробничої діяльності	%	48.10%	37.15%	0	-22.8%
10	Рентабельність продаж	%	47.96%	36.86%	0	-23.1%
11	Середня списочна чисельність працівників	осіб	46	38	-8	-17.4%
12	В тому числі ПВП	осіб	34	32	-2	-5.9%
13	Продукція 1 працівника за місяць	т./особу	15.91	14.36	-2	-9.7%
14	Фонд оплати праці ПВП	тис. грн.	846.86	770.26	-77	-9.0%
15	Середньомісячна заробітна плата	грн.	18410	20270	1,860	10.1%
16	Амортизація виробничого обладнання	тис. грн	121.4	116.9	-5	-3.7%

Виконаний аналіз змушує вишукувати ресурси підприємства для оптимізації його діяльності. Серед можливих напрямків оптимізації: більш ретельний вибір постачальників, більш ретельне планування інвестиційної діяльності, цифровізація процесів обліку й контролю якості зерна, а також застосування проектних підходів до ведення бізнесу.

## 1.2 Технології зберігання зернових.

Аби зберегти зібраний урожай, потрібні спеціальні знання, практичний досвід і, звичайно, величезна відповідальність за доручену справу. Недбале відношення до зберігання зерна, незнання основних закономірностей його поведінки в різних умовах призводять, як правило, до безповоротного зниження його якості і великих втрат. Ці втрати зерна при зберіганні можуть звести нанівець всі досягнення сільськогосподарського виробництва, направлені на підвищення врожайності зерна і зростання валових зборів і знецінити працю, витрачену на вирощування і збирання врожаю.

На зміну старовинним коморам прийшли механізовані зернові сховища. Вони розрізняються по конструкціях, технологічних схемах, засобах і мірі механізації. Це обумовлено особливостями історичного розвитку, кліматичними умовами, специфікою оброблюваних культур. Найбільш сучасним і індустріальним є зберігання зерна в залізобетонних або металевих силосах елеваторів. Він представляє собою силосне сховище з робочою баштою, висота якої досягає 60 м і більше.

Залежно від призначення, елеватори бувають різних типів, але всі вони приймають, сушать, очищують і зберігають зерно. Фондові елеватори призначені для тривалого зберігання запасів зерна.

Зерно подається в нижню частину робочої башти елеватора і піднімається на самий верх за допомогою норій, які є головним пристроєм для підйому зерна. Раніше них називали самотягами, пізніше – елеваторами, звідси і назва всієї споруди. Поступово опускаючись в башті елеватора, зерно зважується, просушується, задалегідь очищається і знову піднімається. Потім воно поступає на горизонтальні стрічкові транспортери, що розподіляють його по окремих залізобетонних силосах з круглим або квадратним поперечним перетином. У силосах зерно розміщують в строгій відповідності з якісними показниками і дбайливо зберігають.

Управляє всіма процесами на елеваторі (приймання, зважування, сушка, очищення, розміщення по силосах і відвантаження) оператор з центрального пульта. Будь-якої хвилини він знає, скільки і якого зерна лежить в кожному силосі, які працюють норії, транспортери і зерноочисні машини. Оператор налаштовує весь маршрут зерна, пускає і зупиняє окремі машини і механізми, відкриває і закриває засувки силосів, управляє транспортними механізмами. Останнім часом цей процес теж намагаються автоматизувати, щоб запобігти впливу людського чинника.

Зерно повинне зберігатися в строго певних умовах, порушення яких призводить до його втрат. Воно дихає і виділяє тепло і вологу. Якщо зерно проросло при зберіганні, його технологічні показники різко знижуються, а насінні — втрачаються. Зерно може стати токсичним і годитиметься лише для технічних цілей, хоча вирощували його не для цього. Постійне спостереження за температурою зерна, що зберігається, веде автоматичний пристрій. При температурі зерна понад 35 ° С включається електронний сторож, який видає аварійні світлові і звукові сигнали та «адресу» аварії. Найбільш частою причиною самонагрівання зерна є його підвищена вологість — вище так званої критичної - для пшениці — 14- 15%. Швидкість цього згубного процесу залежить від поєднання вологості, температури, наявності кисню і інших чинників.

У практику роботи елеватора все ширше впроваджується автоматична система управління, яка керує зерновим потоком. Але за всіма машинами стоять люди, їх знання і практичний досвід.

Елеватор - найбільш досконалий тип зерносклади. Він забезпечує комплексну механізацію виробничих процесів і автоматизацію управління ними, створює всі умови для збереження і поліпшення якості зерна.

Основні спорудження елеватора (рис.1.2) наступні: робоча башта, силосні корпуси, приймальні і відпускні пристрої.



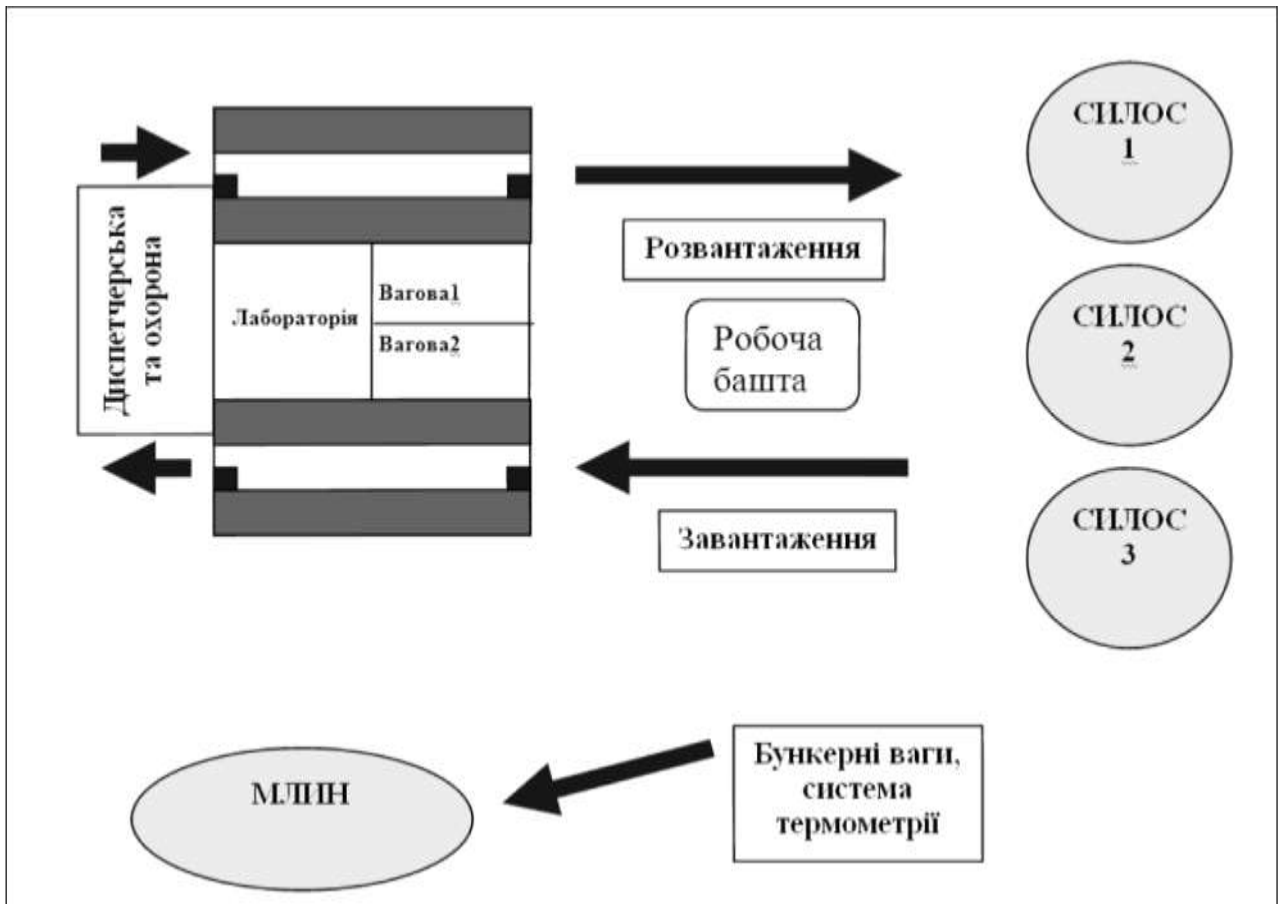


Рисунок 1.2 – Схема елеватора

У робочій башті розміщують норії, ваги, зерноочисні машини, природна і примусова вентиляції, устаткування, а також привідні та натяжні станції основних транспортерів елеватора - приймальних, відпускних, надсилосних, підсилосних. Робоча башта є центром, з яким пов'язані всі спорудження елеватора. Силосний корпус - власне сховище і повинен забезпечити кількісне і якісне збереження зерна (рисунок 1.3). Приймальні і відпускні пристрої призначені для передачі зернових з автомобільного транспорту.

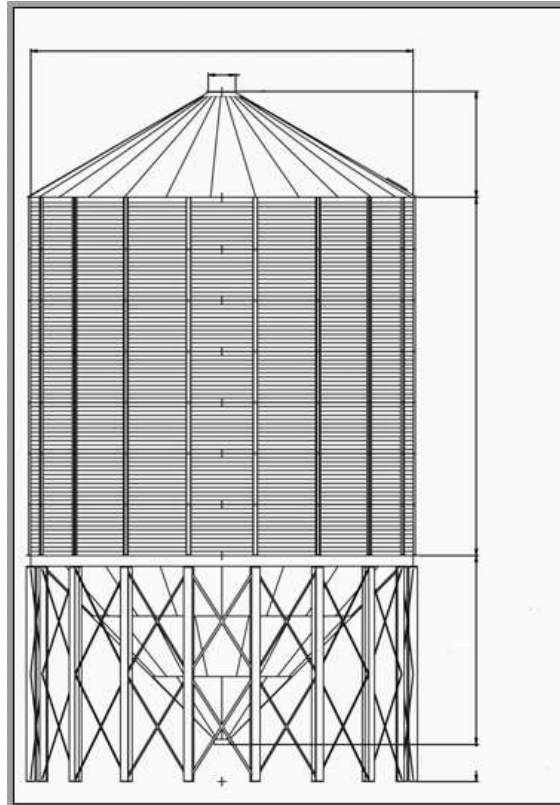


Рисунок 1.3 – Схема силосного корпусу

Важлива частина кожного елеватора - зерносушильне відділення, яке може бути розташоване в окремій будівлі, в робочій башті, силосному корпусі, прибудоване до корпусу або до башти. Зерносушарки призначені для зниження вологості зерна до величини, при якій забезпечується його тривале збереження. Кожна зерносушарка, як правило, складається з: сушильних і охолоджувальних шахт (камер) з необхідними оперативними бункерами і випускними пристроями; топки з устаткуванням для подачі палива, повітря і спалювання палива; вентиляційної системи, що включає вентилятори, повітропроводи, пристрої, що підводять і відводять; підйомно-транспортне устаткування для подачі і прибирання вологого і просушеного зерна; устаткування автоматичного контролю і управління механізмами зерносушильного агрегату.

Зерно поступає в приймальний бункер при розвантаженні автомобілів із зерном. Потім за допомогою приймального (стрічкового транспортера) прямує на норію. Норія - транспортуюча машина для підйому сипких і

кускових вантажів по вертикалі. Тяговим органом норії є стрічка, яка огинає верхній і нижній барабани. Робочими органами служать ковші, сполучені із стрічкою болтами. Нижній барабан поміщений в башмаку, а верхній - у голівці норії. Кожна гілка стрічки з ківшами розташована в трубі, що їх сполучає.

З голівки норії зерно висипається в надваговий бункер, а потім поступає на ваги, за допомогою яких виробляється кількісний облік зерна.

Зернова маса після зважування через розподільну трубу поступає або на відпускний пристрій, або на сепаратор. Сепаратор - зерноочищувальна машина. Його встановлюють у всіх технологічних лініях для обробки зерна. Фактично це сито. Машина працює в такій послідовності: зерно з бункера регульованим потоком поступає в приймальну камеру, де шнек розрівнює його по всій ширині. Тут з нього виділяються легкі домішки, які несуться повітряним потоком в передню осадову камеру і виводяться шнеком з машини. З каналу першого продування зерно потрапляє на приймальне сито. З нього йде крупне сміття, що видаляється з машини лотком.

Якщо ж зерно очищене раніше, то воно поступає безпосередньо в силоси для зберігання зерна. Або після сепаратора, через норію і ваги, поступає в силос.

Силоси призначені для захисту зерна від атмосферних опадів, швидких змін зовнішньої температури і від шкідників хлібних запасів. Силосний корпус складається з трьох основних частин: власне силосів, в яких зберігають зерно, надсилосної галереї з транспортерами для завантаження силосів, і підсилосної галереї з транспортерами для розвантаження силосів.

При зберіганні зерна в силосі (бункер для зберігання) зерно активно вентилюють для забезпечення його збереження.

Якщо зерно необхідно відпустити, то через підсилосний транспортер воно поступає в черевик норії, а потім пройшовши через бункери і ваги поступає на відпускний пристрій.

Як показує досвід працівників цієї галузі на даній місцевості партії зерна надходять, як правило, у співвідношенні показаними на діаграмі, представлений на рис. 1.4 та діаграмі, представлений на рис. 1.5.

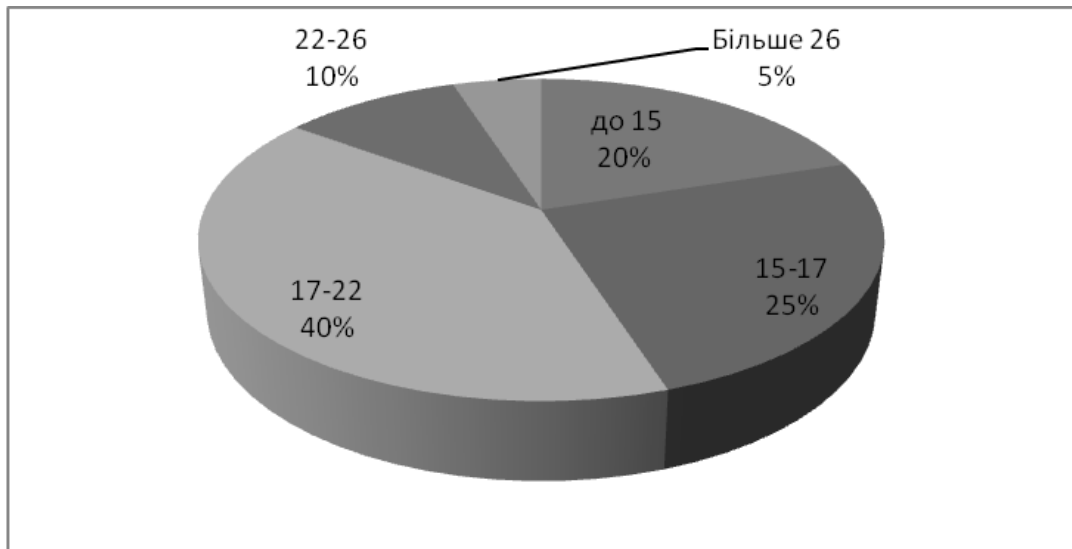


Рисунок 1.4 – Співвідношення кількості зерна, що надходить за вологістю, %

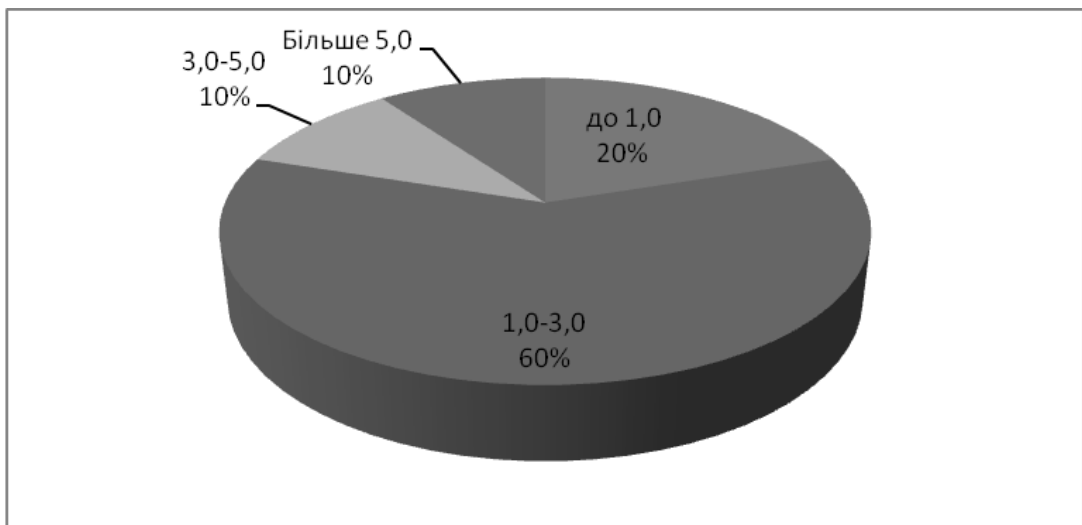


Рисунок 1.5 – Співвідношення кількості зерна, що надходить за засміченістю, %

Засміченість та вологість зерна, що надходить на елеватор, визначає в підсумку клас зерна – характеристику, за якою його продають. Аби гнучко враховувати надходження ід кожного постачальника, слід розробити автоматизовану інтелектуальну систему ідентифікації сорту зерна залежно від механічних параметрів.

### 1.3 Постановка задачі дослідження.

Однією із основних проблем в управлінні закупівлями матеріальних ресурсів є вибір постачальника. Важливість її пояснюється не тільки тим, що на сучасному ринку функціонує велика кількість постачальників схожих матеріальних ресурсів, але, головним чином тим, що постачальник повинен бути надійним партнером підприємства в реалізації його стратегії.

Перелічимо та охарактеризуємо основні етапи вирішення цього завдання:

А) Пошук потенційних постачальників. Внаслідок комплексного пошуку формується перелік потенційних постачальників матеріальних ресурсів, згідно якого проводиться подальша робота.

Б) Аналіз потенційних постачальників. Складений перелік потенційних постачальників аналізується за спеціальними критеріями, які дозволяють здійснити відбір прийнятних постачальників. Кількість таких критеріїв може складати кілька десятків і не обмежується ціною та якістю продукції, яку постачають, проте я виділяю їх в своїй роботі, я основні. Крім них, можна навести ще багато суттєвих критеріїв вибору постачальника, які можуть бути не менш важливими для підприємства. Підприємство визначає для себе найбільш значимі критерії залежно від специфіки своєї діяльності. Внаслідок аналізу потенційних постачальників формується перелік конкретних постачальників, з якими проводиться робота із встановлення договірних відносин. Список постачальників зазвичай складається за кожним конкретним видом матеріальних ресурсів, які постачаються. Конкретні результати за багатьма із наведених позицій досягаються як компроміс у процесі переговорів і залежать від позицій постачальника та покупця на ринку.

В) Оцінка результатів роботи з постачальниками. На вибір постачальника суттєвий вплив здійснюють результати роботи згідно з вже укладеними договорами. Оцінку постачальників потрібно проводити не тільки на стадії пошуку, але й у процесі роботи з вже відібраними постачальниками. Для оцінки вже відомих постачальників часто використовують методику ранжування, за допомогою якої розробляється спеціальна шкала оцінок, що дозволяє розрахувати рейтинг постачальника.

Задача вибору постачальників відноситься до задач прийняття рішень. Ми повинні з ряду можливих запропонованих пропозицій обрати найкращий для підприємства. Отже, постановка задачі: для заповнення корпусу силоса одним видом зернових обрати серед постачальників тих, що запропонували найменші ціни на найбільш якісну продукцію. В якості методу рішення пропонується використати метод пошуку із заборонами.

Ситуація, що склалася у сільськогосподарському виробництві, вимагає вжиття складних організаційно-економічних і техніко-технологічних заходів як на державному так і на господарському рівні, спрямованих насамперед на відновлення і розвиток конкурентоспроможного зернового виробництва з урахуванням регіональних особливостей. У зв'язку з цим необхідно концептуально визначити стратегічні напрями розвитку зернового господарства на підприємстві у сучасних кризисних умовах економіки. Одне з основних завдань полягає у забезпеченні раціонального поєднання розвитку рослинницьких і тваринницьких галузей поруч з розвиненою інфраструктурою збуту, переробки та зберігання основних продовольчих запасів.

Один із заходів, що може суттєво вплинути на загальний торгівельний обсяг зернових – це збільшення виробничих потужностей. Звичайно, за таким способом стратегії розвитку підприємства, до оснащення, переобладнання і розростання виробництва потрібно залучити додаткові кошти. Ці інвестиційні вливання можуть значно покращити позиції підприємства на ринку та покращити його економічне становище. Детально про вигідність та

структуру інвестиційних нововведень йдеться в економічному та проектному розділі.

В цьому розділі детально розгорнемо питання добудови ще одного силосного корпусу до вже існуючих. Питома потужність елеватора дозволяє нам розширити виробництво, оскільки продуктивність сушильних, очисних та інших виробничих засобів дозволяють це зробити, якщо організувати процеси під час найбільш напружених робіт рівномірніше.

Для здійснення цього задуму, потрібно ретельно вивчити всі пропозиції, щодо будівництва таких споруд, їх технологічні показники і прийняти рішення, віддавши перевагу одній, яка б максимально задовольнила потреби і дозволила втілити плани підприємства. До розгляду було прийнято шість виробничих проектів (Таблиця 1.3). Всі вони обрані з огляду на те, що вони є універсальними, призначенні для зберігання зернових сипучих мас, мають систему аерації, є можливість підключення до вже існуючої елеваторної башти та транспортувальних стрічок.

Таблиця 1.3

### Основні характеристики запропонованих проектів

№ проекту	Характеристики проекту						
	Технологічні			Організаційно – виробничі		Економічні	
	Об'єм ємності для зерна, тон	Матеріал силосного корпусу	Потужність повітряних потоків, м <sup>3</sup> /год	Кількість обслуговуючого персоналу, од.	Наявність АСУ	Вартість проекту, тис. грн	Строк життя проекту, роки
1	5000	Металевий	550	3	Так	485	25
2	3000	Тентовий	700	4	Ні	114	1
3	1500	Залізобетон	200	1	Ні	480	30
4	9000	Металевий	750	10	Так	627	25
5	4000	Металевий	450	2	Так	392	25
6	8000	Залізобетон	500	5	так	712	30

Для вирішення задачі було обрано метод аналізу ієрархій.

За останні десятиліття вченими-селекціонерами в Україні виведені нові сорти зернових культур з новими показниками якості. Проте в Україні

користуються міждержавними стандартами (ГОСТами) на всі зернові культури, крім пшениці і ячменю. Ці стандарти розроблені, в основному, у 60–70 роки і вимоги до якості встановлені з урахуванням середніх даних по великій території колишнього Радянського Союзу.

Стандарти застаріли не тільки за змістом, але й за формою. В усіх ГОСТах на зерно встановлено вимоги до заготівельного і постачального зерна, а також базисні норми. Базисні норми раніше слугували для зарахування зданого зерна державі і для розрахунків за нього. В умовах ринкової економіки потреба в базисних нормах відпадає. Стандарти на зерно повинні відображати потенційні можливості нових селекційних сортів, які є в Україні. Тільки в такому разі стандарти зможуть двигати науково-технічний прогрес, що є основним і обов'язковим в стандартизації. Проблема стандартизації зерна потребує термінового вирішення по причині вищенаведених, а також тому, що на одні зернові культури уже є національні стандарти, на інші залишаються чинними ГОСТи, що створює великі незручності при користуванні ними.

Існує ще одна не менш важлива проблема — це стандартизація методів контролю показників якості та безпеки зерна і продуктів переробки.

Для визначення якості зерна, продуктів його переробки за показниками вологи, білка, клейковини, зольності, жиру, крохмалю, токсичних елементів та інших, чинними є відповідні міждержавні стандарти. Проте користуватися ними, як основними показниками при розрахунку є досить не зручно. Для того, аби доцільно підрахувати вартість зерноочисного та зерносушильного сервісу побудована модель за допомогою нечітких множин.

#### 1.4 Метод пошуку із заборонами

Алгоритм пошуку із заборонами є розширенням класичних методів локального пошуку. Насправді, пошук із заборонами може бути розглянутий



як просте поєднання локального пошуку із механізмами короткої пам'яті. Отже як і в методах локального пошуку основними елементами розв'язання задачі стають винайдення околу точки та функції фітнесу.

Простір пошуку в Local search (LS) і Tabu search (TS) методах - це простір всіх можливих рішень, які можуть бути отримані в ході пошуку. Схоже визначення має окіл рішення кожній ітерації LS або TS, локальні перетворення, які можуть бути застосовані до поточного рішення, позначається  $S$ . Дане перетворення визначає ряд сусідніх рішень простору пошуку, позначається  $N(S)$  ( $S$  окіл). Взагалі кажучи,  $N(S)$  є підмножиною простору пошуку  $s$  визначається:  $N(S) =$  (рішення, отримані шляхом застосування одного локального переходу  $S$ ).

Заборони використовуються для попередження зациклення при подоланні локального оптимуму з використанням кроків, що не поліпшують поточний розв'язок. Основна ідея полягає в тому, що коли така ситуація виникає, потрібно щось вдіяти для того, щоб не допустити повернення процесу пошуку до розв'язків, отриманих на попередніх ітераціях. Це досягається накладенням заборон (tabus) на проведення кроків, які змінюють на протилежний ефект від останніх здійснених кроків.

Заборони зберігаються в структурах механізму короткої пам'яті процесу пошуку (так звані списки заборон), причому звичайно записується постійна та в достатній мірі обмежена частка інформації. В будь-якому випадку існує декілька можливостей збереження такої інформації. По-перше, можна зберігати повністю отримані розв'язки, що, звичайно, потребує багато ресурсів обчислювальної системи та робить не вигідним в сенсі обчислювальної складності процес перевірки, чи є потенційний крок забороненим. Тому раціональніше використовувати коротку пам'ять для запису інформації про найпростіші перетворення над поточним розв'язком та забороняти зворотні перетворення. Стосовно попереднього прикладу зрозуміло, що достатньо зберігати лише номер пункту можливого

розташування підприємства, який був виключений з множини активних пунктів.

Стандартні списки заборон представлені як циклічні списки фіксованої довжини. Але такі списки не завжди можуть запобігти зацикленню, тому деякі автори пропонують змінювати довжину списку заборон протягом виконання пошуку. Іншим рішенням може бути випадкова генерація значення терміну заборони на кожному кроці, але такий метод вимагає дещо іншої схеми зберігання інформації про заборони.

Але механізм короткої пам'яті, використаний в пошуку із заборонами, також має свої недоліки. Наприклад, виконання деякого привабливого з точки зору змінення значення цільової функції перетворення буде заборонено на попередніх ітераціях навіть за відсутності загрози зациклення, або заборони можуть призвести до повільного розвитку процесу пошуку. В цьому випадку необхідним є використання таких особливостей обчислювального процесу, які б дозволяли анулювати встановлені раніше заборони, тобто треба встановити такі умови (*aspiration criteria*), при виконанні яких потрібно здійснювати наступний крок, навіть якщо він є забороненим.

Стратегія подолання заборон, що є найбільш простою та найчастіше вживаною (вона зустрічається майже в усіх реалізаціях алгоритму забороненого пошуку) полягає в наступному: якщо деякий крок, який є забороненим, генерує розв'язок з найкращим за весь час пошуку значенням цільової функції і цей розв'язок не був відвіданий раніше, то такий крок буде здійснений незважаючи на заборону. Більш ускладнені стратегії подолання заборон також було запропоновано та успішно реалізовано, але вони рідко використовуються. Ключова ідея цього механізму полягає в тому, що, якщо процесу пошуку не загрожує зациклення, заборонами можна знехтувати.

Стандартний алгоритм локального спуску зупиняється при досягненні локального оптимуму, тобто, якщо в околі поточного розв'язку немає елемента, що покращує значення цільової функції. На кожній ітерації перехід до наступного розв'язку відбувається заміною в поточному розв'язку одного

(для околів  $Swap, LK1, FM, FM1$ ) або декількох (окол  $k - Swap$ ) елементів на інші. Різницю між значенням цільової функції  $f$  в поточному розв'язку  $S$  та в будь-якому елементі  $S'$  околу  $N(S)$  цього розв'язку будемо називати вигодою  $adv(S, S')$  від здійснення кроку з  $S$  до  $S'$ , тобто

$$adv(S, S') = f(S) - f(S') \quad (1.1)$$

Таким чином стандартний алгоритм локального спуску дозволяє лише здійснення кроків, вигода від яких є в загальному випадку невід'ємною. Можна змінити правило заміщення і дозволити алгоритму здійснювати кроки, в результаті яких значення цільової функції погіршується, обираючи серед усіх можливих кроків такий, що робить це мінімальним чином. Здійснення такого кроку дозволяє продовжити пошук після потрапляння до локального оптимуму. Може трапитися так, що на наступній ітерації ми знову потрапимо в той самий локальний оптимум (оскільки в околі поточного розв'язку вже буде допустимий розв'язок, здійснення кроку до якого покращує значення цільової функції), а це призведе до зациклення процесу пошуку (рис. 1.6).

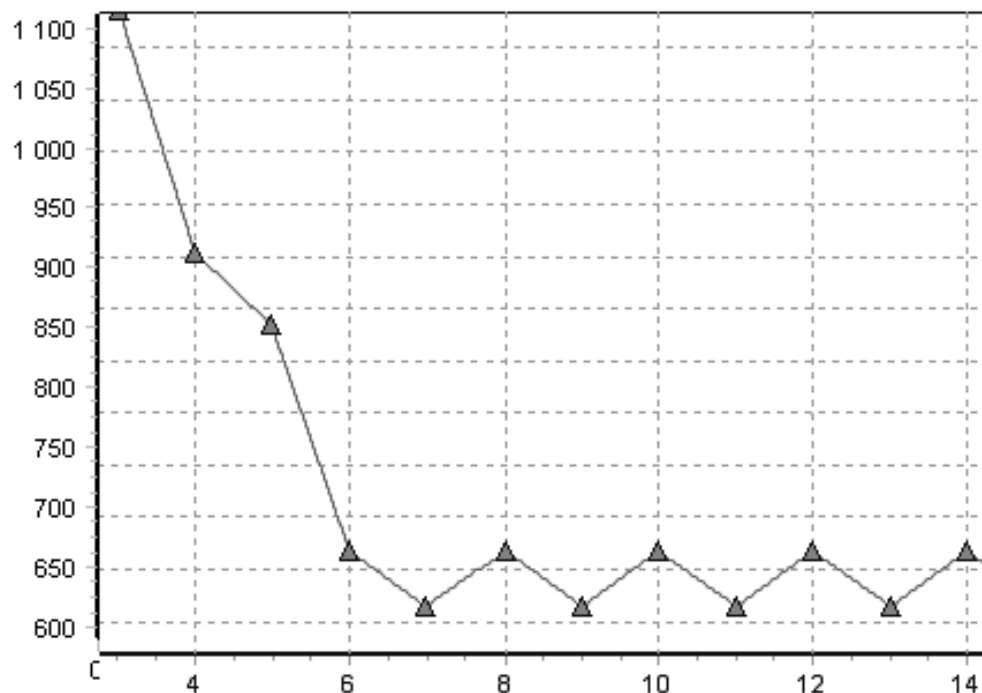


Рисунок 1.6 – Графік цільової функції в залежності від номеру ітерації.

В алгоритмі пошуку із заборонами дозволено робити кроки, вигода від здійснення яких є від'ємною. Для подолання зациклення використовується механізм короткої пам'яті, який не дозволяє повернення до отриманих на попередніх кроках розв'язків протягом певного часу. Для цього організуються списки заборон, в яких зберігаються дані про елементи, що були видалені з поточного розв'язку або додані до нього при виконанні чергового кроку. На них буде накладено заборону відповідно на додавання до нового розв'язку та на видалення з поточного на певну кількість ітерацій. Цей параметр називається терміном перебування під заборонаю (*tabu tenure*) або довжиною короткої пам'яті, він задається користувачем перед початком обчислень та його значення є сталим протягом всього процесу пошуку.

Але при деяких значеннях довжини короткої пам'яті алгоритм пошуку із заборонами завжди буде досліджувати лише певний окіл локального оптимуму, із визначеною періодичністю повертаючись до нього. Графік цільової функції у такому випадку набуває вигляду, зображеного на рис. 1.7, що вказує на недоцільність використання алгоритму пошуку Tabu із застосуванням лише механізму короткої пам'яті, оскільки у цьому випадку може досліджуватися досить обмежена область простору пошуку.

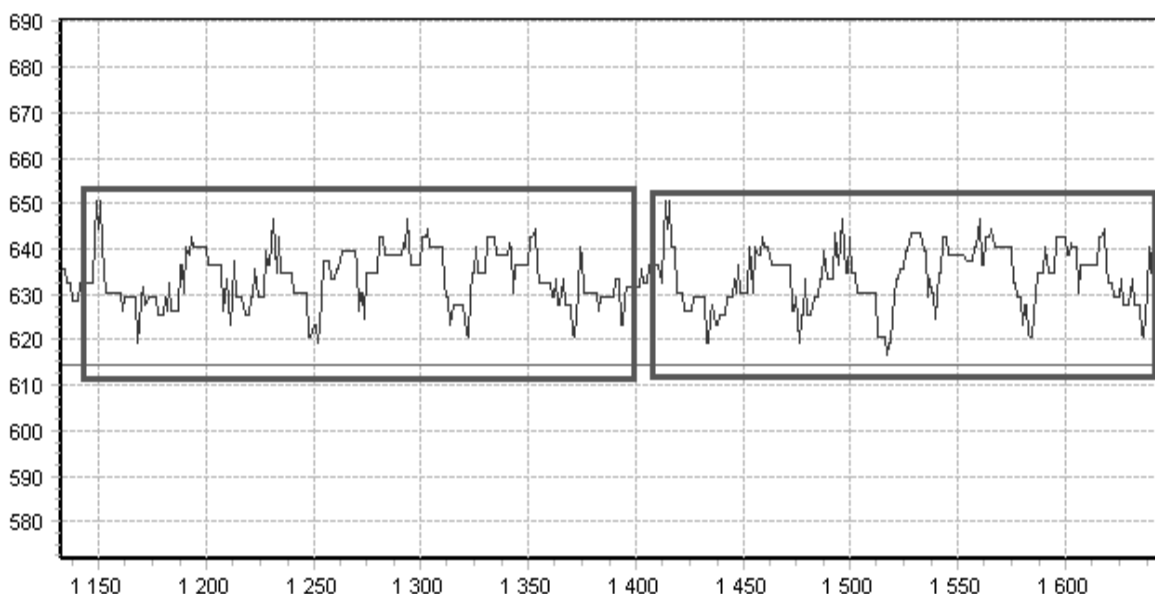


Рисунок 1.7 – Графік цільової функції при деяких значеннях довжини короткої пам'яті

З вигляду цільової функції на рис. 1.7. випливає, що в процесі обчислень алгоритм пошуку із заборонами відвідує деякі розв'язки декілька разів, тому доцільно штучно зменшити вигоду від здійснення кроку до розв'язку, вже відвіданого раніше, щоб стимулювати перехід алгоритму до деякого нового розв'язку. Безперервна диверсифікація реалізується за допомогою впливу на обчислення вигоди від здійснення кроку з поточного розв'язку  $S$  до деякого елемента  $S'$  околу  $N(S)$ . Цей метод базується на використанні механізмів довгої пам'яті, яка зберігає певну інформацію про всю попередню історію пошуку.

Отже для реалізації алгоритму пошуку з заборонами в контексті вирішення задачі оптимізації необхідно сформулювати механізми короткої та довгої пам'яті. Побудова початкового розв'язку, околу, визначення значення цільової функції залишаються аналогічними алгоритму локального пошуку.

Механізм короткої пам'яті (рис. 1.8) необхідний для запобігання зациклення локального пошуку при дозволі переходів, що не поліпшують цільову функцію.

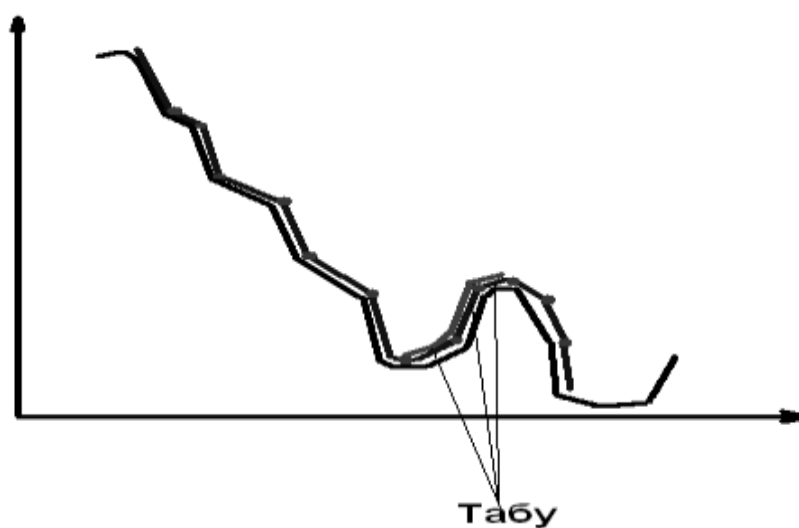


Рисунок 1.8 – Механізм короткої пам'яті

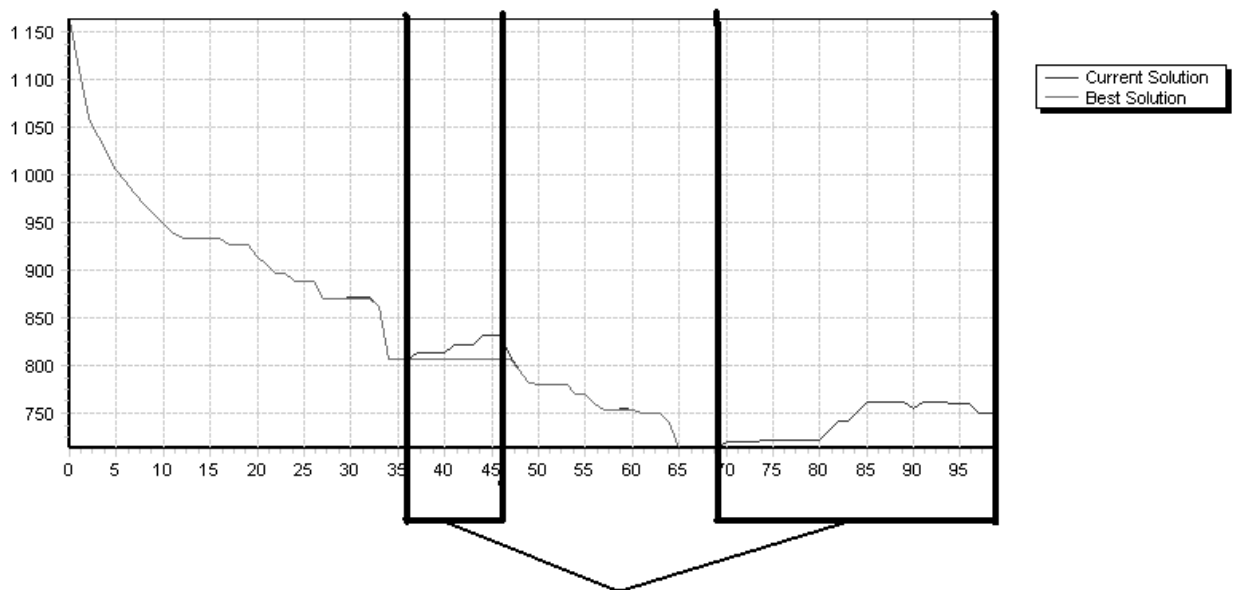
Для побудови механізму короткої пам'яті скористаємося варіантом моделі задачі, що зображений на рис. 1.8. В цьому випадку коротка пам'ять буде представлена у вигляді вектору з цілими числами  $p_{ijk}$ . Умова

$$p_{ijk} = q > 0 \quad (1.2)$$

означає те, що значення розв'язку  $x_{ijk}$  не може змінюватися протягом  $q$  кроків алгоритму.

На кожному кроці значення кожного табу зменшується на одиницю. Це означає, що через певну кількість кроків зміна значення  $x_{ijk}$  вже не буде забороненою, що забезпечує більш повний обхід області пошуку.

Початкове значення кількості кроків табу визначається першим параметром алгоритму.



**Області дії короткої пам'яті**

Рисунок 1.9 – Побудова механізму довготривалої пам'яті

Механізм довготривалої пам'яті необхідний для запобігання зациклення в більш довготривалих термінах. Коротка пам'ять може запобігти повернення в межах одного локального оптимуму, та вона має занадто мало інформації для визначення повернення розв'язку після проходження декількох локальних оптимумів (рис. 1.10):

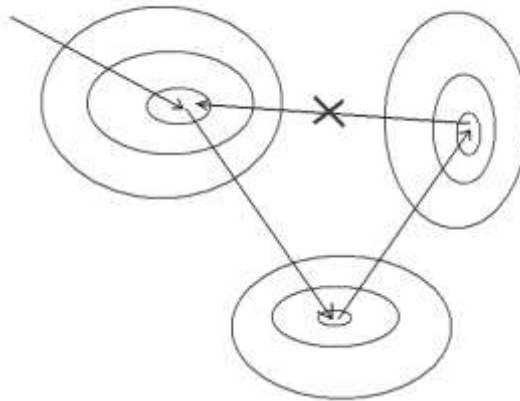


Рисунок 1.10 – Зациклення між декількома оптимумами

Зациклення такого роду дозволяє подолати механізм довготривалої пам'яті. Він побудований на принципі штрафування зміни значення  $x_{ijk}$ . Отже, якщо ми в точку, то зміна значення штрафується на сталу величину. Значення цієї величини є другим параметром роботи алгоритму.

Вибір цього параметру досить суттєво впливає на роботу алгоритму. Мале значення може призвести до досить довгого зациклення алгоритму між локальними оптимумами або в межах одного екстремуму. Вибір великого значення призводить до зменшення покриття області пошуку шляхом відкидання ліпших рішень задля неповторюваних.

Роботу механізму довгострокової пам'яті можна побачити на рис. 1.11:

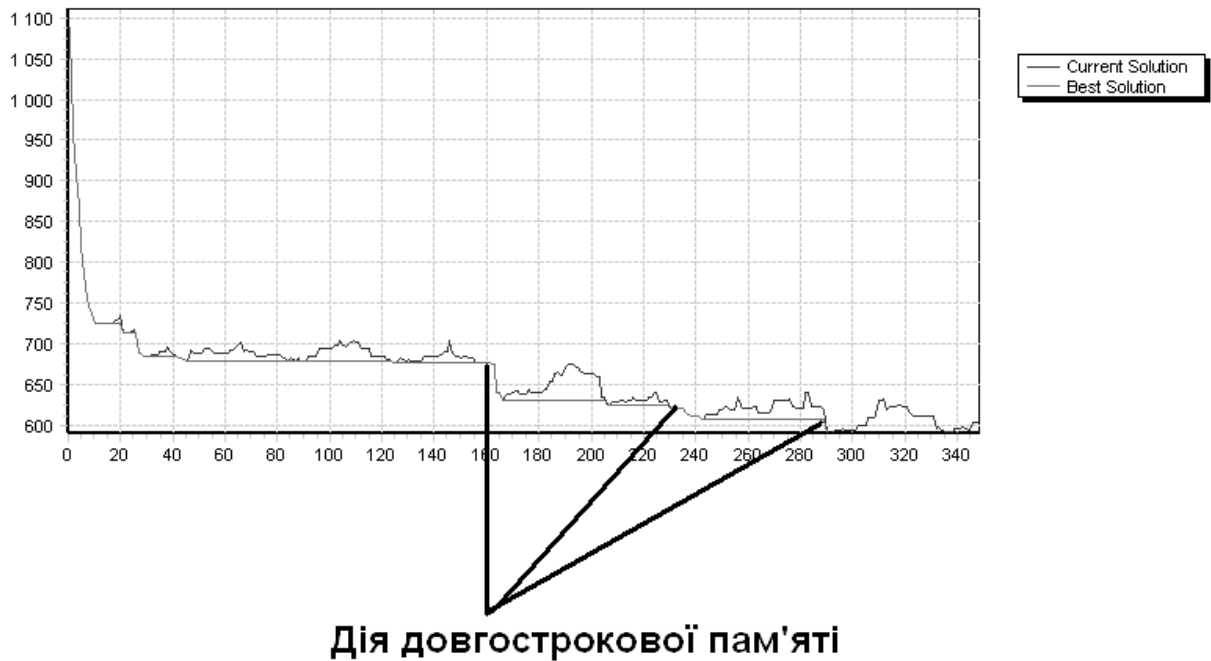


Рисунок 1.11 – Робота механізму довгострокової пам'яті.

Вибір параметрів методу пошуку з заборонами є нетривіальною задачею. Під кожен конкретну ситуацію існує пара параметрів, за яких для отримання розв'язку, близького до оптимального, знадобиться досить короткий час.

Вибір параметрів короткої та довготривалої пам'яті взаємопов'язані. При виборі малого значення короткої пам'яті значення довгої має бути збільшено, оскільки в цьому разі дуже ймовірно довге зациклення алгоритму в межах декількох локальних оптимумів (а скоріше за все в межах одного екстремуму). Та велике значення другого параметру може погіршити якість роботи алгоритму знизивши покриття області пошуку.

Велике значення параметру короткої пам'яті може заблокувати перехід алгоритму в досить перспективні області і не дозволити відшукати глобальний оптимум задачі.

Стратегію подолання заборон призначено для надання дозволу алгоритму пошуку за певних умов здійснювати заборонені кроки. Такою умовою є можливість отримання значення цільової функції, яке виявиться найкращим за весь час обчислень. Нехай на деякій ітерації  $f^*$  є мінімальним



значенням цільової функції на поточний момент. Якщо перехід від поточного розв'язку  $S$  до деякого елемента  $S'$  околу  $N(S)$  на цій ітерації є забороненим у відповідності з даними структур короткої пам'яті, але  $f(S') < f^*$ , то такий крок може бути здійсненим.

### 1.5 Метод аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій - методологічна основа для рішення задач вибору альтернатив за допомогою їх, багатокритеріального рейтингування. Метод аналізу ієрархій створений американським ученим Т. Сааті й виріс у цей час у великий міждисциплінарний розділ науки, що має строгі математичні й психологічні обґрунтування й численні додатки. Основне застосування методу - підтримка прийняття рішень за допомогою ієрархічної композиції задачі й рейтингування альтернативних рішень.

Можливості методу:

1) Метод дозволяє провести аналіз проблеми. При цьому проблема ухвалення рішення представляється у вигляді ієрархічно впорядкованих;

а) головної мети (головного критерію) рейтингування можливих рішень;

б) декількох груп (рівнів) однотипних факторів, які так чи інакше впливають на рейтинг;

в) групи можливих рішень;

г) системи зв'язків, що вказують на взаємний вплив факторів і рішень.

Передбачається, так само, що для всіх перерахованих «вузлів» проблеми зазначені їхні взаємні впливи один на одного (зв'язку один з одним).

2) Метод дозволяє провести збір даних по проблемі.

У відповідність із результатами ієрархічної декомпозиції, модель ситуації ухвалення рішення має кластерну структуру. Набір можливих

рішень і всі фактори, що впливають на пріоритети рішень, розбиваються на відносно невеликі групи - кластери. Розроблена в методі аналізу ієрархій процедура попарних порівнянь дозволяє визначити пріоритети об'єктів, що входять у кожний кластер. Для цього використовується метод власного вектора. Отже, складна проблема збору даних розбивається на ряд більш простих, що вирішуються для кластерів.

3) Метод дозволяє оцінити суперечливість даних і мінімізувати її.

Із цією метою в методі аналізу ієрархій розроблені процедури узгодження. Зокрема, є можливість визначати найбільш суперечливі дані, що дозволяє виявити найменш ясні ділянки проблеми й організувати більше ретельне вибіркоче обмірковування проблеми.

4) Метод дозволяє провести синтез проблеми ухвалення рішення.

Після того, як проведений аналіз проблеми й зібрані дані по всіх кластерах, по спеціальному алгоритмі розраховується підсумковий рейтинг - набір пріоритетів альтернативних рішень. Властивості цього рейтингу дозволяють здійснювати підтримку прийняття рішень. Наприклад, приймається рішення з найбільшим пріоритетом. Крім того, метод дозволяє побудувати рейтинги для груп факторів, що дозволяє оцінювати важливість кожного фактору.

5) Метод дозволяє організувати обговорення проблеми, сприяє досягненню консенсусу.

Думки, що виникають під час обговорення проблеми ухвалення рішення, самі можуть у даній ситуації розглядатися як можливі рішення. Тому метод аналізу ієрархії можна застосувати для визначення важливості обліку думки кожного учасника обговорення.

6) Метод дозволяє оцінити важливість обліку кожного рішення й важливість обліку кожного фактору, що впливає на пріоритети рішень.

Відповідно до формулювання задачі ухвалення рішення, величина пріоритету прямо пов'язана з оптимальністю рішення. Тому рішення з низькими пріоритетами відкидаються, як несуттєві. Як відзначено вище,

метод дозволяє оцінювати пріоритети факторів. Тому, якщо при виключенні деякого фактору пріоритети рішень змінюються незначно, такий фактор можна вважати несуттєвим для розглянутої задачі.

7) Метод дозволяє оцінити стійкість прийнятого рішення.

Прийняте рішення можна вважати обґрунтованим лише за умови, що неточність даних або неточність структури моделі ситуації ухвалення рішення не впливають істотно на рейтинг альтернативних рішень.

У рамках методу аналізу ієрархій немає загальних правил для формування структури моделі ухвалення рішення. Це є відбиттям реальної ситуації ухвалення рішення, оскільки завжди для однієї й тієї ж проблеми є цілий спектр думок. Метод дозволяє врахувати цю обставину за допомогою побудови додаткової моделі для узгодження різних думок, за допомогою визначення їхніх пріоритетів. Таким чином, метод дозволяє враховувати «людський фактор» при підготовці ухвалення рішення. Це одне з важливих достоїнств даного методу перед іншими методами прийняття рішень.

Формування структури моделі ухвалення рішення в методі аналізу ієрархій досить трудомісткий процес. Однак у підсумку вдається одержати детальне подання про те, як саме взаємодіють фактори, що впливають на пріоритети альтернативних рішень, і самі рішення. Як саме формуються рейтинги можливих рішень і рейтинги, що відбивають важливість факторів. Процедури розрахунків рейтингів у методі аналізу ієрархій досить прості (він не схожий на «чорний ящик»), що вигідно відрізняє даний метод від інших методів прийняття рішень.

Збір даних для підтримки ухвалення рішення здійснюється головним чином за допомогою процедури парних порівнянь. Результати парних порівнянь можуть бути суперечливими. (Метод надає більші можливості для виявлення протиріч у даних.) При цьому виникає необхідність перегляду даних для мінімізації протиріч. Процедура парних порівнянь і процес перегляду результатів порівнянь для мінімізації протиріч часто є

трудомісткими. Однак у підсумку особа, що приймає рішення, здобуває впевненість, що дані, що використовуються, є цілком осмисленими.

У рамках методу аналізу ієрархій немає засобів для перевірки вірогідності даних. Це важливий недолік, що обмежує почасти можливості застосування методу. Однак метод застосовується головним чином у тих випадках, коли в принципі не може бути об'єктивних даних, а провідними мотивами для ухвалення рішення є переваги людей. При цьому процедура парних порівнянь для збору даних практично не має гідних альтернатив. Якщо збір даних проведений за допомогою досвідчених експертів і в даних немає істотних протиріч, то якість таких даних зізнається задовільним.

Схема застосування методу зовсім не залежить від сфери діяльності, у якій приймається рішення. Тому метод є універсальним, його застосування дозволяє організувати систему підтримки прийняття рішень.

Застосування методу дозволяє розбити більшу задачу, на ряд малих самостійних задач. Завдяки цьому для підготовки ухвалення рішення можна залучити експертів, що працюють незалежно один від одного.

Метод дає тільки способи рейтингування альтернатив, але не має внутрішніх засобів для інтерпретації рейтингів, тобто вважається, що людина, що приймає рішення, знаючи рейтинг можливих рішень, повинен залежно від ситуації сам зробити висновок. Це варто визнати недоліком методу.

Метод відбиває природний хід людського мислення й дає більше загальний підхід, чим метод логічних ланцюгів. Він дає не тільки дає спосіб виявлення найбільш кращого рішення, але й дозволяє кількісно виразити ступінь переваги за допомогою рейтингуванню. Це сприяє повному й адекватному виявленню переваг особи, що приймає рішення. Крім того, оцінка міри суперечливості використаних даних дозволяє встановити ступінь довіри до отриманого результату.

Відносна сила, величина або ймовірність кожного окремого об'єкта в ієрархії визначається оцінкою відповідні йому елемента власного вектора

матриці пріоритетів, нормалізованого до одиниці. Процедура визначення власних векторів матриць піддається наближенню за допомогою обчислення геометричної середньої. Нехай  $A_1...A_n$  - множина з  $n$  елементів;  $W_1...W_n$  – співвідносяться, яке задається в спосіб, показаний в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

### Визначення власних векторів

	$A_1$	...	$A_n$
$A_1$	1	...	$W_1/W_n$
...	...	1	$A_n$
$A_n$	$W_n/W_1$	...	1

Оцінка компонентів вектора пріоритетів розробляється за схемою, представленою таблицею 1.5.

Таблиця 1.5

### Оцінка компонентів вектора пріоритетів

	$A_1$	...	$A_n$		
$A_1$	1	...	$W_1/W_n$	$X_1=(1*(W_1/W_2)*...*(W_1/W_n))^{1/n}$	$W(A_1)=X_1/СУМА(X_i)$
...	...	1	$A_n$	...	...
$A_n$	$W_n/W_1$	...	1	$X_n=((W_n/W_1)*...*(W_n/W_{n-1})*1)^{1/n}$	$W(A_n)=X_n/СУМА(X_i)$
				СУМА( $X_i$ )	

## 1.6 Метод нечіткої логіки

Теорія нечітких множин (Заде) - це розширення класичної теорії множин, використовується в нечіткої логіки. Вперше запропонована Лотфі А. Заде в 60-х роках ХХ століття.

У класичній теорії множин належність елементів множині оцінюється в бінарних термінах у відповідності з чітким умовою - елемент або належить, або ні цього множині. Навпаки, теорія нечітких множин дозволяє градуйованому оцінку відносини приналежності елементів множині; тобто це відношення описується за допомогою функції приналежності  $\mu \rightarrow [0, 1]$ . Нечіткі множини - це розширення класичної теорії множин, оскільки на деякій множині функція приналежності може діяти так само, як індикаторная функція, відображаючи всі елементи або 1, або 0, як у класичному варіанті.

Нечіткі множини в класичній множині  $X$  визначається як наступне:

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$$

Функція приналежності  $\mu_A(x)$  кількісно градуєє приналежність елементів  $x$  фундаментальній множині  $X$ . Відображення елемента в значенні 0 означає, що елемент не належить даній множині, значення 1 описує повну приналежність елемента множині. Значення, що лежать строго між 0 і 1, характеризують «нечіткі» елементи.

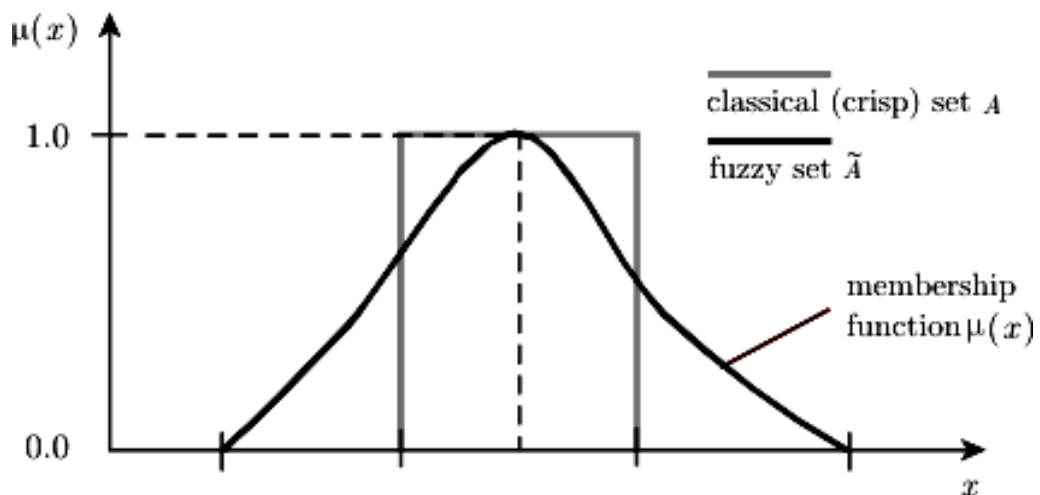


Рисунок 1.12 – Нечітка множина і чітка (crisp) класична множина

Наступні співвідношення виконані для значень функції приналежності  $\mu_A(x)$ :

$$\begin{aligned} \mu_A(x) &\geq 0, & \forall x \in X, \\ \sup_{x \in X} [\mu_A(x)] &= 1. \end{aligned}$$

В якості розширення багатозначні логіки оцінками (valuations) ( $\mu : V_o \rightarrow W$ ) пропозиціональних змінних ( $V_o$ ) на множині ступенів приналежності ( $W$ ) може розглядатися функція приналежності, що відображає предиката в Нечітку множину (або більш строго, в впорядкованій множині нечітких пар, які називаються нечітким відношенням). Такими оцінками (valuations) багатозначна логіка може бути розширена до того, щоб дозволити нечіткі підстановки, з яких можуть бути зроблені градуйовані висновки.

### 1.7 Методика управління проектами

Управління проектом - це комплекс взаємопов'язаних заходів, призначених для досягнення, протягом заданого періоду часу і при встановленому бюджеті, чітко визначених цілей. Проектний підхід може використовуватися для управління поточними господарськими процесами в організації, коли вирішується задача досягнення певних показників у роботі.

Проект - це унікальна (на відміну від операцій) діяльність, що має початок і кінець у часі, спрямована на досягнення певного результату, створення певного, унікального продукту або послуги, при заданих обмеженнях по ресурсах та термінами виконання, а також вимогам до якості та припустимому рівнем ризику.

Як правило, під терміном «проект» розуміють обмежений у часі організаційний стратегічний план для створення унікального продукту або послуги, який може виконуватися як однією людиною, так і колективом. Дане означення проекту нічого не каже про довжину виконання робіт, воно

може ватувати в найширших межах. Незмінним залишається лише кінцева мета проекту – отримання прибутку або деякого стратегічного результату, а також інструмент оптимізації ходу виконання робіт – Project Management. Останній розуміє використання певних знань, вмінь, засобів та методів досягнення встановлених цілей.

Наведене означення, запозичене з керівництва основами управління проектами (A Guide to the Project Management Body of Knowledge), створеного Project Management Institute, на жаль, не відображує ті ускладнення, з якими доводиться стикатися більшості компаній при реалізації навіть відносно нескладних проектів.

Життєвий цикл проекту:

1) постановка задачі;

- формулювання та опис проблеми;

- формування робітничої групи (виявляють методи вирішення задачі);

- визначення необхідних ресурсів та часу, необхідного для кожного етапу;

- визначення вартості проекту;

2) планування проекту;

3) реалізація проекту;

4) завершення проекту.

Управління проектом в будівництві - одна з найважливіших функцій, що здійснюється для оцінки витрат на трудові ресурси, їх організованості і пов'язані з ними витратами. На жаль, багато інвесторів не надають поняттю «управління проектом» достатнього значення, обмежуючись, максимум генеральним планом. Це часто призводить до того, що спочатку закладені в проект параметри не витримуються: бюджет зростає, терміни здачі переносяться, а устаткування простоює, або ж виникають аврари.

Процес створення проекту здійснюється в два основних етапи.

Перший етап:

1) Визначити ціль проекту;



- список результатів, які очікують отримати;
- строки виконання проекту;
- критерії якості;
- рівні витрат;

## 2) Припущення, щодо виконання проекту;

- на скільки ціль проекту залежить від результатів інших проектів;
- доступність ресурсів;
- оцінка тривалості задач;
- припущення, щодо витрат на проект;

## 3) Обмеження на проект;

- час;
- ресурси;
- область охоплення проекту.

## Другий етап:

- 1) Визначення задач проекту;
- 2) Критерії виконання (завершення) задачі;
- 3) Задача повинна містити конкретний результат;
- 4) Наявність віх.

Після визначення цілей проекту починається його розробка. Згідно теорії проектного менеджменту перший етап при виконанні проекту – створення списку необхідних робіт. Звичайно увесь перелік оформлюють у вигляді таблиці чи блок-схеми, але на цьому етапі ретельний вибір об'єктів може призвести до керування проектом на мікро рівні, і тим самим ускладнити його. З іншого боку, обирати задачі дуже масштабними також небажано, оскільки це призведе до зниження ефективності застосованих методів оптимізації. Як правило, деталізація робіт на рівні декількох днів є оптимальною, взагалі, часовий квант оптимізації може динамічно змінюватися, при зміні рівня насиченості подій.

Одним з перших методів оптимізації ходу виконання робіт, не загубивши своєї ефективності і на сьогоднішній час, є методика діаграм Гантта. Вона

була розроблена Генрі Ганттом для слідкування за ходом будівництва великих трансконтинентальних океанських лайнерів. Ідея Гантта полягала в тому, що головним ресурсом є час, а основою прийняття управлінських рішень – порівняння запланованого та фактичного стану робіт. На діаграмах Гантта по горизонталі звичайно відображають інтервали часу, а по вертикалі – роботи, операції, обладнання. Горизонтальні відрізки відображують тривалість виконання робіт. Усі сучасні системи керування проектами та планування пропонують відображення графіків робіт у вигляді діаграм Гантта.

## 1.8 Висновки до розділу

В ході аналізу об'єкту дослідження було проаналізовано господарську діяльність підприємства ТОВ «Еспотрейд», яке працює на ринку зернової продукції і заробляє за рахунок надання послуг зберігання зерна, а також за рахунок виготовлення мукомельної продукції.

Було проаналізовано функціональну структуру управління підприємства та фінансові показники його діяльності, які є нестабільними через нестачу персоналу, військові дії в Україні, неможливість прогнозування логістичних процесів, амортизацію обладнання тощо.

Актуальними задачами, які мають бути розглянуті в подальшому в кваліфікаційній роботі, є вибір постачальника зерна, який би забезпечував оптимальну за кількома критеріями якість виробничих процесів, та прийняття рішень щодо інвестиційного проекту для розглянутого підприємства, а також розробку цього проекту.

В якості методів розв'язання поставлених задач пропонується в роботі використовувати метод пошуку з заборонами – для розв'язання оптимізаційної задачі, метод аналізу ієрархій – для розв'язання задачі

формування інвестиційного портфелю підприємства, методика управління проектами – для розробки проекту будівництва нового силосу та метод нечітких оцінок – для розробки інтелектуальної системи ідентифікації класу пшениці.

## 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Задача вибору постачальників та метод її вирішення

Задача вибору постачальників відноситься до задач прийняття рішень. Ми повинні з ряду можливих запропонованих пропозицій обрати найкращий для підприємства. Отже, постановка задачі – для заповнення корпусу силоса одним видом зернових обрати серед постачальників тих, що запропонували найменші ціни на найбільш якісну продукцію.

Щоб визначити якість зерна, необхідно провести аналіз і розглянути відповідність культур встановленим стандартам. Така робота проводиться на спеціальному обладнанні, яке проводить експертизу і допомагає правильно визначити рівень якості зерна.

Показники та характеристики, за якими визначається якість зерна:

- органоліптична оцінка - забарвлення, блиск, запах і смак. Ці показники легко змінюються під впливом ряду факторів під час дозрівання, збирання, зберігання, перевезення зерна і т.д.;
- вологість - один з найважливіших факторів, за яким можна судити про збереження зерна;
- засміченість зерна - значення цього показника безпосередньо впливає на якість кінцевої продукції;
- натура - маса одиниці об'єму (літри) зерна. Цей параметр залежить від величини, форми, щільності зерна, товщини оболонки.
- зараженість зерна амбарними шкідниками. Цей показник дозволяє судити про умови зберігання зерна і допомагає встановити факт використання не знезаражених і непідготовлених сховищ. Подібні порушення ведуть до появи комах і кліщів, які не тільки поїдають зерно, але й засмічують його своїми трупами, личинками та екскрементами. Це основні

показники, в результаті чого формулюються висновки і формується інтегрований показник окремо по кожній партії зернових культур.

Отже, визначено 5 основних критеріїв оцінки якості зерна. Всі вони відповідно поділяються на показники відповідного критерію. Ці данні представлені в таблиці 2.1. Деякі характеризуються лінгвістичними оцінками, а деякі представлені відсотком. З них експерт встановив основні закономірності за допомогою нечіткої логіки.

Таблиця 2.1

### Оцінка критеріїв якості зернових

Критерій	Вид	Оцінка всередині групи	Оцінка між групами	Узагальнений критерій
Органоліптична оцінка	Відмінно	2	3	6
	Добре	1		3
	Задовільно	0		0
Вологість	До 15%	4	5	20
	15%-17%	3		15
	17%-22%	2		10
	22%-26%	1		5
	Понад 26%	0		0
Засміченість	До 1%	3	4	12
	1%-3%	2		8
	3%-5%	1		4
	Понад 5%	0		0
Натура	Висока	2	1	2
	Середня	1		1
	Низька	0		0
Зараженість	Не заражене	2	2	4
	I ступеню	1		2
	II ступеню	0		0

Оцінка всередині групи – ієрархічна оцінка (0÷3), оцінка між групами – лінгвістична, представлена таблицею 2.2.

Таблиця 2.2

**Лінгвістичне представлення оцінки між критеріями**

Оцінка	Значення
1	майже не впливає на якість
2	має не суттєве значення
3	має опосередковане значення
4	має досить значну вагу
5	є дуже важливим показником

Кожен постачальник надає пробні зразки до лабораторії та данні про об'єм партії. Вся процедура оцінки якості зерна проводиться працівниками лабораторії на базі елеватору. По закінченню формується технологічна картка партії зерна і передається в адміністративний відділ, де і проходить остаточне рішення, щодо укладання та умов договору з контрагентом (постачальником). Зважаючи на таку постановку проблеми дана задача відноситься до класу задач нелінійної оптимізації.

Наша задача зводиться до максимізації прибутку від завезеної на зберігання продукції шляхом вибору оптимального об'єму закупівель та якості зернових серед запропонованих постачальниками.

Визначимо цільову функцію та її обмеження:

$$\sum_{j=1}^n E_j * x_j \rightarrow \max \quad (2.1)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n w_j * x_j \leq w \quad (2.2)$$

$$x_j \geq 0$$

де  $x_j$  - ціле,  $j = \overline{1, n}$ .

В даній постановці  $E_j$  – відношення інтегрованого критерію якості партії зерна до її ціни;  $x_j$  – кількість пропозицій постачальників даного виду зернових;  $w_j$  – об'єм запропонованої  $j$ -ої партії;  $w$  – об'єм силосного корпусу.

При такій постановці задачі, можемо стверджувати, що поставлена задача є класичною задачею про наплічник. Один з методів, який розв'язував би дану задачу, при цьому даючи високоякісний розв'язок є описаний вище метод Tabu Search, запропонований Ф. Гловером. Основним механізмом, що дозволяє алгоритму вибиратися з локального оптимуму, являється список заборон  $Tabu(i_k)$ . Він будується на передісторії пошуку, тобто за декількома рішеннями, що передували:  $i_k, i_{k-1}, \dots, i_{k-l+1}$ , і забороняє частину околу поточного рішення  $N(i_k)$ . Точніше буде сказати на кожному кроці алгоритму наступна точка  $i_{k+1}$  є оптимальним рішенням задачі (2.3).

$$f(i_{k+1}) = \min \{f(j) \mid j \in N(i_k) \setminus Tabu(i_k)\} \quad (2.3)$$

Список заборон  $Tabu(i_k) \cap N(i_k)$  враховує специфіку задачі і, як правило, забороняє використання тих "фрагментів" рішення (ребер графа, координат вектора, кольору вершин), які змінювались на останніх  $l$  кроках алгоритму. Константа  $l$  задає довжину списку заборон. При  $l = 0$  отримуємо стандартний локальний спуск.

Загальна схема алгоритму пошуку з заборонами може бути представлена наступним чином:

Алгоритм пошуку з заборонами.

Крок 1. Обрати початкове рішення  $i_0 \in I$  і покласти

$$f^* := f(i_0), Tabu_1(i_0) := \emptyset, k := 0.$$

Крок 2. Поки не буде виконаний критерій зупинки робити наступне:

Крок 2.1. Сформувати окіл  $N_p(i_k)$ .

Крок 2.2. Якщо  $N_p(i_k) = \emptyset$ , то  $i_{k+1} := i_k$ , інакше знайти  $i_{k+1}$  такий, щоб задовольнив (2.3).

Крок 2.3. Якщо  $f^* > f(i_{k+1})$ , то  $f^* := f(i_{k+1})$ .

Крок 2.4. Положити  $k := k+1$  і оновити список заборон  $Tabu_1(i_k)$ .

Параметри  $p$  и  $l$  є керуючими для даного алгоритму и вибір їх значень залежить від рівномірності і розмірності задачі і потужності околу.

Як середовище розробки було обрано одну з найефективніших систем комп'ютерної математики - пакет інтегрованих програм MATLAB. Для наглядного відображення розподілу (Рисунок 2.1) пропозицій постачальників на площині запропонованої ними ваги та ціни в програмі Matlab побудовано графік. Це – наші вхідні данні для задачі. Всього таких пропозицій 38.

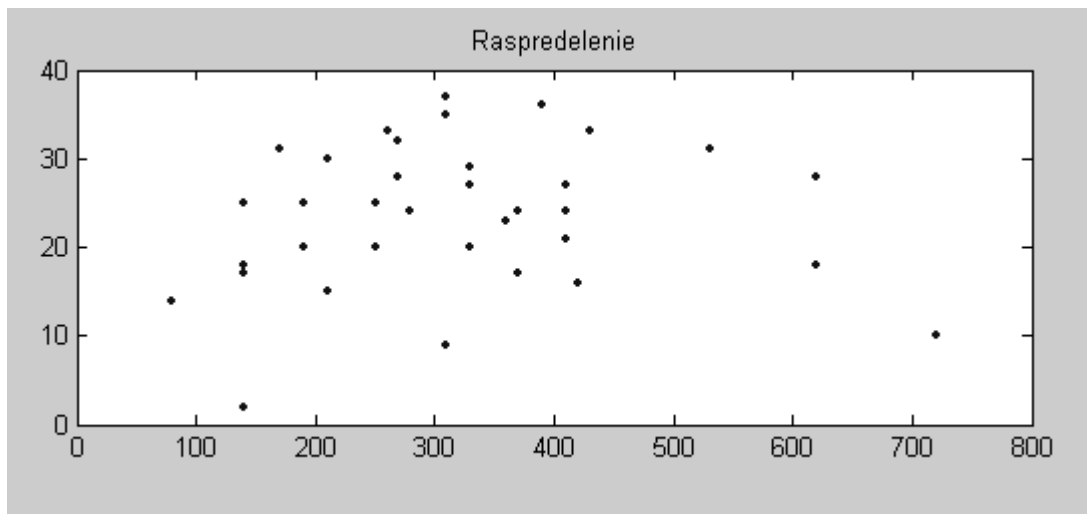


Рисунок 2.1 – Розподіл пропозицій постачальників

Отже запрограмувавши Метод Tabu Search, ми використовуючи вхідні данні, що наведені в таблиці і відображені на рисунку 2.1, отримали результати, що наведенні нижче (Рисунок 2.2). Максимум функції на 1000 ітерацій був досягнутий на 489 кроці, локальний максимум і глобальний максимум визначається в процесі розв'язку задачі.



```

k =
    1000
GlobalX =
    0.00271316528320    0.00271316528320
LocalMax =
    31.25032349716083
GlobalMax =
    0.00292076342817
BestIteration =
    489
>>

CellFun =
    15630
W =
Columns 1 through 19
    310    620    270    330    410    210    140    260    190    330    410    210    370    430    360    410    530
Columns 20 through 28
    270    330    410    210    370    390    170    310    190
C =
Columns 1 through 19
    35    28    32    27    27    30    25    33    25    29    24    30    24    33    23    21    31
Columns 20 through 28
    28    20    24    15    24    36    31    37    20
>>

```

Рисунок 2.2 – Результати роботи програми

Метод Tabu Search не має критерію зупинки алгоритму. Він проводить задану кількість ітерацій. Завдяки короткій і довгій пам'яті (Рисунок 2.3) ми можемо переглядати множина варіантів вирішення, минаючи локальні екстремуми.

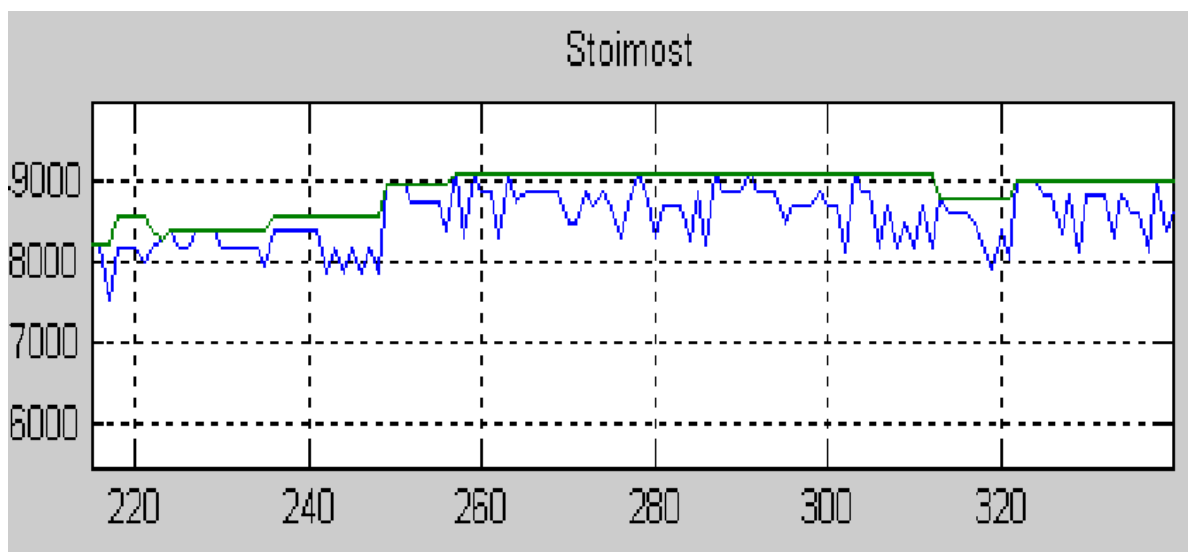


Рисунок 2.3 - Знаходження оптимуму функції

Метод, запропонований для розв'язку задачі був обраний за загальними характеристиками і схожості поставленої задачі на задачу про рюкзак. Цей вид задач відноситься до класу NP-повних задач, а отже ствердну відповідь про те, що даний розв'язок цим методом є оптимальним ми не можемо.

До того ж, реалізація задачі саме таким чином нехтує фактором об'єму поставки, що ускладнює організаційний процес, проте надає змогу обрати якісно кращу продукцію. Це дозволить зменшити знос устаткування, енерго- і трудомісткість процесу підготовки зерна для зберігання. Для того, аби переконатися в доцільності використання методу зведемо інформацію про початкові данні та відібранні пропозиції в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

## Результати роботи запропонованого алгоритму

Параметри	Пропозиція ринку (всі постачальники)	Результат розрахунку (обрані постачальники)
Кількість постачальників	38	28
Середня запропонована ціна, грн	9515,8	9425,8
Склад за органоліптичною оцінкою (%)	Відмінно – 21,05 Добре – 36,84 Задовільно – 42,1	Відмінно – 29,5 Добре – 39 Задовільно – 31,5
Середній показник засміченості (%)	3,2	2,85
Середній показник вологості (%)	20,02	18,7
Склад за показником натура (%)	Висока – 34,21 Середня – 28,94 Низька – 34,21	Висока – 39,28 Середня – 35,71 Низька - 25
Склад за показником зараженість (%)	Не заражене – 50 1го ступеню – 24 2го ступеню - 26	Не заражене – 58 1го ступеню – 17 2го ступеню -25

Отже цільова функція за (2.1) набрала значення 15630. Кількісний відсоток пропозицій взятих в роботу – приблизно 73,7%. Середня ціна за

тону – 9425,8 грн. Інші показники, щодо параметрів якості і їх відсоток відображенні в таблиці.

В результаті роботи розроблено програмний продукт, який дозволяє розв'язувати задачу вибору постачальників за допомогою алгоритмів пошуку Tabu Search. Отримані результати вказують на доцільність використання розробленого алгоритму для отримання високоякісних розв'язків розглянутої задачі.

Викладений алгоритм застосовано тільки для одного силосного корпусу, як приклад застосування методу. Повторивши всі кроки алгоритму з даними про наступних постачальників, вже іншої продукції для наступного силосу, ми також отримаємо результат, який дозволить нам побудувати оптимізаційну стратегію для всього підприємства.

## 2.2 Прийняття рішення інвестиційного проекту і визначення найкращої серед альтернатив

Розглянемо питання добудови ще одного силосного корпусу до вже існуючих. Питома потужність елеватора дозволяє нам розширити виробництво, оскільки продуктивність сушильних, очисних та інших виробничих засобів дозволяють це зробити, якщо організувати процеси під час найбільш напружених робіт рівномірніше. Використовуючи дані з таблиці 1.3, розв'яжемо задачу методом аналізу ієрархій.

Перед нами стоїть задача визначення найкращої комерційної пропозиції, серед компаній, що запропонували свої проекти для компанії ТОВ «Експотрейд». Для показовості всієї ієрархії критеріїв ми представили дані з таблиці 1.3 на схемі, представленій рисунком 2.4.

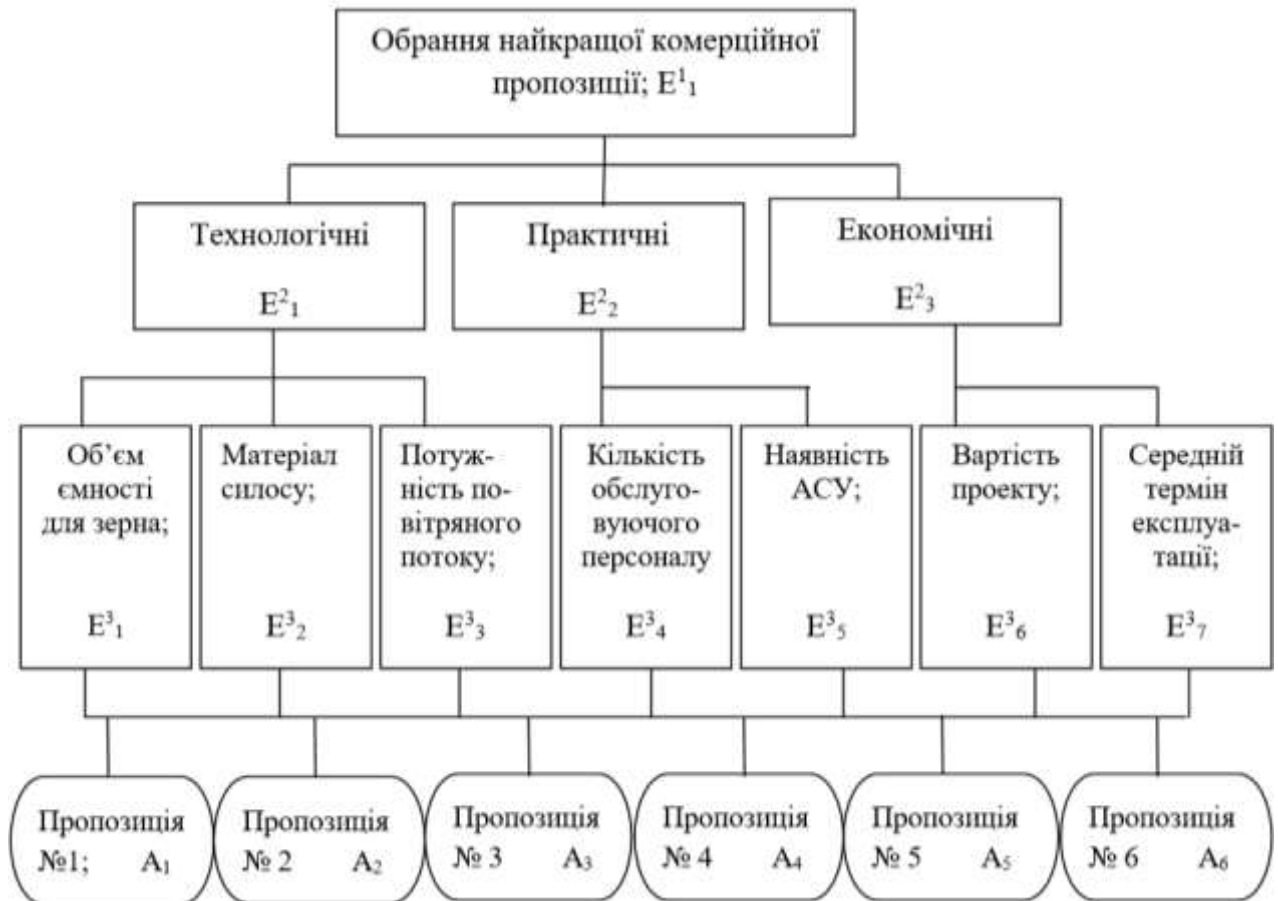


Рисунок 2.4 – Ієрархія критеріїв запропонованих альтернатив

На рисунку 2.4 E – критерії оцінки задачі; A – можливі альтернативи.

Складемо матрицю пріоритетів першого рівня:

	$E^2_1$	$E^2_2$	$E^2_3$	Сума E	W1
$E^2_1$	1	3	1/5	4,20	0,27
$E^2_2$	1/3	1	1/4	1,58	0,10
$E^2_3$	5	4	1	10,00	0,63
				15,78	1,00

Складемо матриці пріоритетів другого рівня:

технологічні	$E^3_3$	$E^3_2$	$E^3_1$	Сума E	W2
E31	1	4	3	8,00	0,51
E32	1/4	1	5	6,25	0,40
E33	1/3	1/5	1	1,53	0,10
				15,78	1,00

організаційно-виробничі	$E^{34}$	$E^{35}$	Сума E	W3
$E^{34}$	1	1/5	1,20	0,17
$E^{35}$	5	1	6,00	0,83
			7,20	1,00

економічні	$E^{36}$	$E^{37}$	Сума E	W4
$E^{36}$	1	1	2,00	0,50
$E^{37}$	1	1	2,00	0,50
			4,00	1,00

Складемо матриці співвідношень між показниками всіх альтернатив:

об'єм ємності	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W5
A1	1	3	5	1/3	3	1	13,33	0,20
A2	1/3	1	4	1/4	1/3	1/3	6,25	0,09
A3	1/5	1/4	1	1/7	1/5	1/6	1,96	0,03
A4	3	4	7	1	4	3	22,00	0,32
A5	1/3	3	5	1/4	1	1/3	9,92	0,15
A6	1	3	6	1/3	3	1	14,33	0,21
							67,79	1,00

матеріал	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W6
----------	----	----	----	----	----	----	------	----

A1	1	5	3	1	1	3	14,00	0,23
A2	1/5	1	1/6	1/5	1/5	1/6	1,93	0,03
A3	1/3	6	1	1/3	1/3	1	9,00	0,15
A4	1	5	3	1	1	3	14,00	0,23
A5	1	5	3	1	1	3	14,00	0,23
A6	1/3	6	1	1/3	1/3	1	9,00	0,15
							61,93	1,00

потужність аерації	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W7
A1	1	1/4	3	1/5	2	1	7,45	0,13
A2	4	1	5	1	3	3	17,00	0,30
A3	1/3	1/5	1	1/4	1/2	1/3	2,62	0,05
A4	5	1	4	1	3	4	18,00	0,32
A5	1/2	1/3	2	1/3	1	1	5,17	0,09
A6	1	1/3	3	1/4	1	1	6,58	0,12
							56,82	1,00

кількість обслуговуючого персоналу	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W8
A1	1	1	1/3	5	1/2	3	10,83	0,16
A2	1	1	1/4	4	1/5	3	9,45	0,14
A3	3	4	1	8	2	5	23,00	0,33
A4	1/5	1/4	1/8	1	1/5	1/4	2,03	0,03
A5	2	5	1/2	5	1	4	17,50	0,25
A6	1/3	1/3	1/5	4	1/4	1	6,12	0,09
							68,93	1,00

наявність АСУ	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W9
---------------	----	----	----	----	----	----	------	----

A1	1	7	7	1	1	1	18,00	0,23
A2	1/7	1	1	1/7	1/7	1/7	2,57	0,03
A3	1/7	1	1	1/7	1/7	1/7	2,57	0,03
A4	1	7	7	1	1	1	18,00	0,23
A5	1	7	7	1	1	1	18,00	0,23
A6	1	7	7	1	1	1	18,00	0,23
							77,14	1,00

вартість проекту	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W10
A1	1	1/5	1	3	1/3	3	8,53	0,13
A2	5	1	5	5	3	6	25,00	0,37
A3	1	1/5	1	3	1/3	4	9,53	0,14
A4	1/3	1/5	1/3	1	1/3	5	7,20	0,11
A5	3	1/3	3	3	1	4	14,33	0,21
A6	1/3	1/6	1/4	1/5	1/4	1	2,20	0,03
							66,80	1,00

строк життя проекту	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Суми	W11
A1	1	8	1/3	1	1	1/3	11,67	0,15
A2	1/8	1	1/9	1/8	1/8	1/9	1,60	0,02
A3	3	9	1	3	3	1	20,00	0,26
A4	1	8	1/3	1	1	1/3	11,67	0,15
A5	1	8	1/3	1	1	1/3	11,67	0,15
A6	3	9	1	3	3	1	20,00	0,26
							76,60	1,00

Зведемо ваги критеріїв у їх ієрархії

	W5	W6	W7	W2	
W(технол.)=	0,20	0,23	0,13	0,51	0,20194
	0,09	0,03	0,30	0,40	0,088158
	0,03	0,15	0,05	0,10	0,076669
	0,32	0,23	0,32		0,285087
	0,15	0,23	0,09		0,172491
	0,21	0,15	0,12		0,175966

	W8	W9	W3	
W(орг.-вир.)=	0,157176	0,233333	0,17	0,220387
	0,137106	0,033333	0,83	0,050975
	0,333696	0,033333		0,084395
	0,02938	0,233333		0,198661
	0,253899	0,233333		0,23683
	0,088744	0,233333		0,208753

	W10	W11	W4	
W(економ)=	0,127745	0,152312	0,5	0,140028
	0,374251	0,020852	0,5	0,197552
	0,142715	0,261106		0,20191
	0,107784	0,152312		0,130048
	0,214571	0,152312		0,183441
	0,032934	0,261106		0,14702



## Визначимо глобальні пріоритети альтернатив

	W(технол.)	W(орг-вир)	W(економ)	W1	
Wa=	0,20194	0,220387	0,140028	0,266103	0,164564
	0,088158	0,050975	0,197552	0,100317	0,153738
	0,076669	0,084395	0,20191	0,63358	0,156794
	0,285087	0,198661	0,130048	1	0,178188
	0,172491	0,23683	0,183441		<b>0,185883</b>
	0,175966	0,208753	0,14702		0,160916

Остання матриця – результуюча. Саме вона показує результат всього обчислення методом аналізу ієрархій. Рішенням є та альтернатива, яка має найбільший умовний показник  $W_a$ . Всі альтернативи розподілилися в невеликому проміжку від мінімального 0,153738 до 0,185883. Це означає, що альтернативи, запропоновані підприємством, є майже однаковими за результуючими показниками, але кожний з них має свої переваги і недоліки перед іншими. Без проведення аналізу вибір найкращого є не очевидним, лише детально співставивши їх характеристики, ми робимо висновок, що інвестиційний проект №5 є найбільш прийнятним. Це чотирьохтонний металевий силосний корпус з потужністю аерації 450 м<sup>3</sup>/год і автоматизованою системою управління. Кількість необхідного персоналу для обслуговування – дві людини. Вартість проекту оцінюється в 3 920 тис. гривень. Термін життя проекту приблизно 25 років.

## 2.3 Визначення класу пшениці методом нечіткої логіки

Всі показники якості зерна як м'яких, так і твердих пшениць було розроблено з урахуванням можливостей виробників. Іншими словами, за

вчасного виконання технологічних заходів класність пшениць, зазвичай, підвищується. Слід зауважити, що показники якості зерна тісно пов'язані між собою і об'єднують різноманітні складові. Спробуємо розібратися в найважливіших.

Допустиме забруднення спорами сажки (сажкове зерно) для першого - третього класів — 5% загальної маси проби, а для четвертого — 8%.

Якщо господарство має зерновий тип сівозмін, а основний прибуток дає зерно, особливу увагу слід приділити протруєнню посівного матеріалу найкращими препаратами, такими як Вітавакс 200 ФФ, Кінто Дуо, Раксіл Ультра FS.

Масова частка білка в перерахунку на суху речовину. Для першого класу вона становить 14%, для другого — 13, для третього — 12 і для четвертого — 11 відсотків.

Частка сирої клейковини для першого класу становить 30%, для другого — 27, для третього — 23 і для четвертого — 18 відсотків.

Допустимий вміст шкідливих домішок для першого класу становить 0,2%, для другого — 0,3, для третього й четвертого — 0,5 відсотка.

Шкідлива домішка включає в себе ріжки та сажкові зерна, а також насіння бур'янів, таких як: пажитниця п'янка, софора китникоподібна (лисохвоста), термопсис ланцетний, гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, геліотроп опушеноплідний. Це означає, що сума процентів насіння цих бур'янів не повинна перевищувати загального процента за кожним із класів.

Цікава деталь. Часто буває, коли господарство з окремих полів збирає пшеницю другого класу за вмістом білка та сирої клейковини, а за кількістю шкідливої домішки може претендувати тільки на четвертий клас. Доочистити якісно зерно фізично змоги немає, тому і втрачають ціну. Такі випадки непоодинокі, вони змушують думати про надійний гербіцидний захист.

Допустима зернова домішка для першого та другого класів становить близько 5%, для третього — 8, а для четвертого — 10%. При цьому кількість

пророслих зерен не повинна перевищувати 1% для першого та другого класів, 3%, відповідно, — для третього та четвертого.

Смітна домішка (включає шкідливу). Ця домішка (без шкідливої) має фузаріозні зерна, зіпсовані зерна, насіння куколю та мінеральну домішку: пісок, гальку й шлак. Тому домішка для першого класу не може перевищувати 1,5%, для другого — 2, для третього — 3 і для четвертого — 4 відсотки.

Маючи на увазі всі вищезгадані показники експертами лабораторії встановлюється клас пшениці. Але, щоб уникнути фактору людського чинника було запропоновано систему нечіткої логіки, яка в результаті дає відповідь на питання до якого класу віднести партію зерна. Здебільшого при засіванні фермер, або ж с/г підприємства знають, який клас вони вирощують, але під впливом багатьох чинників, по результатах експертної оцінки вже в лабораторіях дають висновок, як правило, про те що зерно є нижчого класу, ніж було представлено.

За думкою експертів лабораторії було складено 10 питань, на яких достатньо відповісти лабораторному працівникові по результатах аналізу щоб отримати відповідь. Наведемо ці питання:

1. Рівень забруднення спорами, %;
2. Масова частка білка в перерахунку на суху величину, %;
3. Частка сирої клейковини, %;
4. Допустимий вміст шкідливих домішок, %;
5. Допустима зернова домішка, %;
6. Колір зерна;
7. Кількість пророслих зерен, %;
8. Твердість;
9. Розмір зерна;
10. Смітна домішка, %.

В додатку детально описані матриці співвідношення. В таблиці 2.4 описані всі сорти пшениці з найбільш вірогіднішими відповідями.



Таблиця 2.4

## Найімовірніші відповіді на питання, відносно класів

Альтернативи (сорт пшениці)	Перший	Другий	Третій	Четвертий	П'ятий
Питання №1	Менше 4%	Менше 5%	Рівно 5%	Від 5% до 8%	От 5% до 8%
Питання №2	Від 13% до 14%	Від 13% до 14%	Від 12% до 13%	Від 11% до 12%	До 11%
Питання №3	Від 27% до 30%	Від 23% до 27%	Від 18% до 23%	До 18%	До 18%
Питання №4	Від 0,2% до 0,3%	Від 0,2% до 0,3%	Від 0,3% до 0,5%	Від 0,3% до 0,5%	Більше 0,5%
Питання №5	Менше 5%	Менше 5%	Від 5% до 8%	Від 8% до 10%	Більше 10%
Питання №6	Світло- бежевий	Світло- золотистий	Золотисто- жовтий	темний, бежевий	Світло-сірий
Питання №7	До 1%	До 1%	До 3%	До 3%	Більше 3%
Питання №8	Тверде	Тверде	Тверде	М'яке	М'яке
Питання №9	Велике	Середнє, Велике	Середнє	Середнє, Маленьке	Маленьке
Питання №10	До 1,5%	Від 1,5% до 2%	Від 2% до 3%	Більше 4%	Більше 4%
Альтернативи (сорт пшениці)	Перший	Другий	Третій	Четвертий	П'ятий

На рисунку 2.5 зображене діалогове вікно одного з питань. В ньому лабораторний працівник може не тільки обрати відповідь, але й вказати рівень достовірності отриманих результатів, або рівень впевненості у відповіді, як на рисунку 2.6.

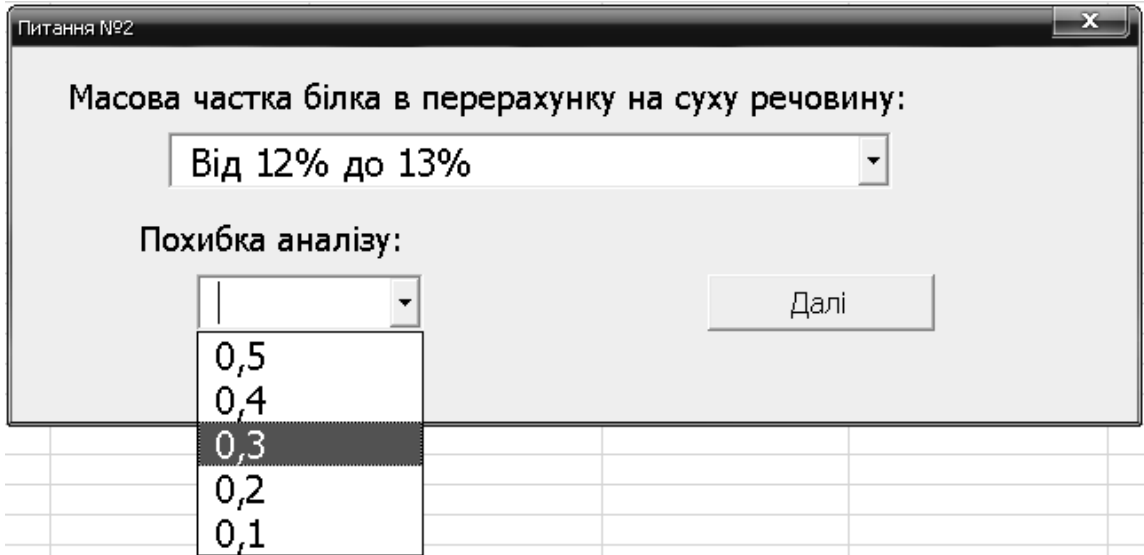


Рисунок 2.5 – Діалогове вікно експертної оцінки з похибкою аналізу

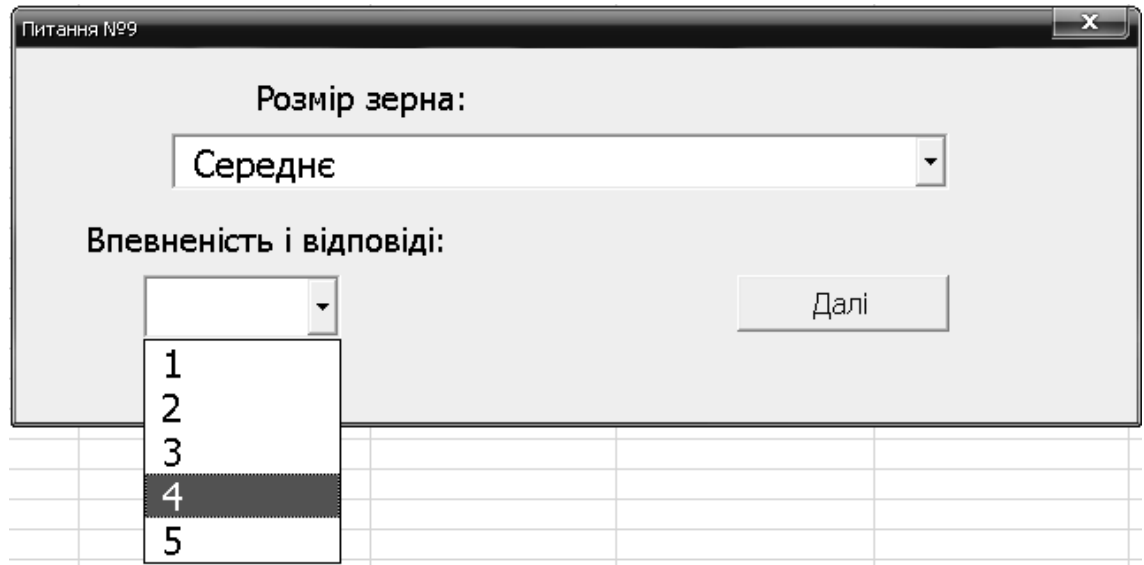


Рисунок 2.6 – Діалогове вікно експертної оцінки з критерієм впевненості

На малюнку 2.7 зображено останнє вікно програми, яка надає результат всього обчислення – клас пшениці та якою вірогідністю цю пшеницю можна віднести до цього класу.

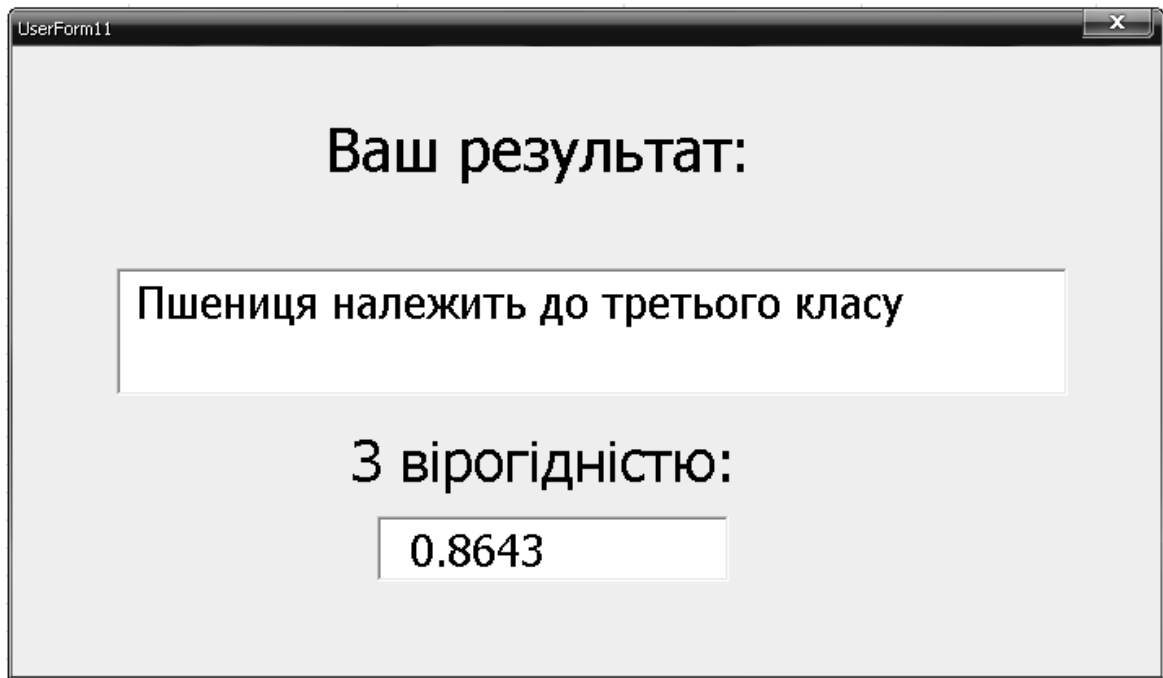


Рисунок 2.7 – Результуюче вікно програми

За допомогою розробленого алгоритму, для експертної оцінки зерна, що закуповується, лабораторії знадобиться лише кілька хвилин, щоб об'єднати всі результати лабораторних досліджень і отримати відповідь до якого ж класу відноситься саме ця партія зерна.

В цьому є й економічний зміст, оскільки отриманий результат може бути досить точним, або навпаки вірогідність – досить мала – це надає привід для зниження ціни з боку продавця.

## 2.4 Проект будівництва нового силосного бункера

В кваліфікаційній роботі розглядається проект будівництва нового силосного бункера для підприємства, що дозволить розширити масштаби підприємства та збільшити об'єм продукції. Для того, щоб запланувати видатки на роботу підрядників, що реалізовуватимуть проект та послідовність виконання у часі. Необхідність виконання такого проекту викликана дефіцитом в сільському господарстві даного регіону подібними

спорудами, що призводить до знецінення та погіршення якості зернових культур фермерських угідь і власників сільськогосподарської продукції. З боку підприємства інвестиційні витрати на будівництво додаткового силосу разом з устаткуванням, були б цілком виправдані з огляду на вищезгадане.

Ціль проекту – розширення підприємства шляхом будівництва нового силосного бункера в системі елеватора для приймання на зберігання та закупівлі сільськогосподарської продукції від фізичних та юридичних осіб.

На першому етапі створення проекту необхідно обрати базовий календар, в якому буде відображатися інформація про початок проекту. В даному проекті дата початку реалізації поставлена на 13 квітня 2025 р. Завершення проекту планується на 24 вересня 2025 р. Загальна тривалість проекту 119 днів, що складає приблизно 5 місяців. Запланований початок і період реалізації приходиться на літній період.

Після налаштування базового календаря формують перелік задач.

Після того, як визначено задачі, необхідно їх структурувати, тобто виділити головні задачі та підзадачі.

Наступним етапом створення проекту в Microsoft Project є позначення тривалості задач. При цьому необхідно враховувати той факт, що тривалість задачі завжди залежить від кількості ресурсів, які необхідні для її виконання. Задача “завершення проекту” та “задача об’єкта в експлуатацію” є віхами, тобто не мають тривалості і виступає в якості важливого означення етапу проекту. За допомогою вкладки «попередники» для задач встановлюються зв’язки, які об’єднують проект в одне ціле [18].

Структура переліку задач та їх тривалість наведені в таблиці 2.5.



Таблиця 2.5

## Перелік задач плану проекту та їх тривалість

№ задачі	Назва задачі	Тривалість
1	2	3
0	<b>Будівництво нового силосу</b>	119 днів
1	<b>Допроєктні роботи</b>	20 днів
2	Оцінка технологічних можливостей	7 днів
3	Експертиза бізнес-плану будівництва і експлуатації об'єкту	2 дні
4	Розробка техніко-економічного обґрунтування будівництва	5 днів
5	Геологічні і геодезичні дослідження	11 днів
6	Отримання заключення на будівничу частину проекту	2 дні
7	<b>Проектні роботи</b>	27 днів
8	Ескізне проектування	7 днів
9	Надання і узгодження проекту керівництвом	4 днів
10	Надання до розгляду комп'ютерної моделі об'єкта	2,5 днів
11	Робоче проектування	4 днів
12	Виконання проекту по будівничій частині	9 днів
13	Виконання технологічної частини проекту	7 днів
14	Проектування і створення інформаційної системи об'єкта	6 днів
15	Розробка технологічних систем пожежної безпеки та охорони	5 днів
16	Розробка кошторисної документації	3 днів
17	<b>Будівельно-монтажні роботи</b>	55 днів
18	Розробка поетапного плану будівельно-монтажних робіт	4 днів
19	Розробка технологій для будівництва і монтажу об'єкта	5 днів
20	Підготовка будівельного майданчика	6 днів
21	Земельні роботи з планування	5 днів
22	Укріплення ґрунтів	8 днів
23	Свайні роботи	7 днів
24	Виготовлення монолітних фундаментів	10 днів
25	Зведення силосу	9 днів
26	Монтаж технологічного устаткування	12 дні
27	Монтаж систем транспортування	11 днів
28	<b>Пуско-налагоджувальні роботи</b>	7 днів
29	Розробка поетапного плану введення об'єкта в експлуатацію	6 днів
30	Роботи по запуску і здачі об'єкта в експлуатацію	6 днів
31	Розробка технологій, необхідних для пуско-наладки об'єкта	4 днів
32	Здача об'єкта в експлуатацію (віха)	0 днів
33	<b>Авторський нагляд</b>	69 днів
34	Авторський нагляд отриманого устаткування	2 дні
35	Авторський нагляд будівельної частини проекту	2 дні
36	Авторський нагляд монтажної частини проекту	2 дні
37	Авторський нагляд пуско-налагоджуваної частини проекту	2 дні
38	<b>Післяпроектні роботи</b>	10 днів
39	Розробка інструкцій, необхідних для експлуатації об'єкта	5 днів
40	Навчання обслуговуючого персоналу	5 днів
41	Завершення проекту	0 днів

В реалізації проекту приймає участь 25 осіб (трудові ресурси), кожний з яких назначається для окремої задачі. Перелік ресурсів, їх максимальне число

одиниць використання, стандартні ставки та ставки понаднормових відображені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

### Данні про трудові ресурси

Назва ресурсу	Скорочена назва ресурсу	Група	Макс. Одиниць	Станд. Ставка	Ставка понаднормових
1	2	3	4	5	6
Керівник проекту	КП	Підрядники	100%	150 грн/год	300 грн/год
Проектувальник	П	Підрядники	100%	120 грн/год	240 грн/год
Головний інженер	ГІ	Підрядники	100%	120 грн/год	240 грн/год
Інженер-конструктор	ІК	Підрядники	100%	105 грн/год	210 грн/год
Технолог	Т	Підрядники	100%	105 грн/год	210 грн/год
Геодезист	Г	Підрядники	100%	60 грн/год	120 грн/год
Бухгалтер	С	Підрядники	100%	60 грн/год	120 грн/год
Монтажники 1 гр	М1	Підрядники	200%	60 грн/год	120 грн/год
Монтажники 2 гр	М2	Підрядники	200%	135 грн/год	270 грн/год
Монтажники 3 гр	М3	Підрядники	200%	108 грн/год	216 грн/год
Електрозварювальники	Е	Підрядники	300%	90 грн/год	180 грн/год
Машиністи	М	Підрядники	200%	60 грн/год	120 грн/год
Електрик	Ел	Підрядники	100%	60 грн/год	120 грн/год
Інженер	І	Замовники	100%	45 грн/год	90 грн/год
Комерційний директор	КД	Замовники	100%	75 грн/год	150 грн/год
Менеджер проекту	М	Замовники	100%	60 грн/год	120 грн/год

Максимальне число одиниць використання, наприклад для ресурсу машиністи 200% означає, що над проектом працює дві людини. Всі трудові ресурси поділені на дві групи – підрядники та замовники. Це означає, що використовуватимуться як працівники компанії-виконавця проекту так і власні трудові ресурси для контролю і авторським наглядом.

Відомості про призначені задачам трудові ресурси з певним процентом зайнятості та зв'язками між задачами відображені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

## Зв'язки між задачами та призначені ресурси

№ задачі	Попередники	Ресурси
2		
3		Керівник проекту;Головний інженер;Інженер
4	3	Керівник проекту[50%];Проектувальник[50%];Комерційний директор[50%];Сметчик[50%]
5	4	Технлог;Керівник проекту[50%];Головний інженер[50%]
6	3	Геодезист;Головний інженер[50%];Керівник проекту[50%]
7	6	Головний інженер;Керівник проекту;Інженер-конструктор;Технлог
8		
9	7	Проектувальник;Інженер-конструктор;Головний інженер
10	9	Комерційний директор;Інженер[50%];Керівник проекту
11	9	Проектувальник[50%];Головний інженер[50%];Керівник проекту[50%];Менеджер проекту[50%]
12	10;11	Проектувальник;Головний інженер
13	12	Інженер-конструктор
14	12	Технлог
15	12НН	Керівник проекту
16	12НН+1 день	Електрик;Головний інженер
17	16ОН+7 днів	Сметчик
18		
19	8	Проектувальник;Інженер
20	19ОН-2 днів	Технлог;Головний інженер;Інженер-конструктор
21	20	Машиністи;Головний інженер
22	20	Геодезист
23	21	Монтажники1гр[200%];Монтажники2гр[200%];Монтажники3гр[200%]; Машиністи[200%];Інженер-конструктор
24	23ОН-4 днів	Монтажники2гр;Електрозварювальники
25	24	Монтажники1гр;Монтажники3гр;Головний інженер
26	25	Інженер-конструктор; Технлог;Монтажники1гр;Монтажники2гр; Монтажники3гр; Головний інженер
27	26	Монтажники1гр;Монтажники2гр;Електрозварювальники;Інженер- конструктор
28	26	Монтажники3гр;Технлог;Головний інженер
29		
30	18	Технолог;Електрик;Головний інженер;Проектувальник
31	30НН+1 день	Головний інженер;Електрик;Керівник проекту;Проектувальник
32	30НН	Інженер-конструктор;Технлог;Електрик;Керівник проекту
33	29	
34		
35	14ОО-1 день	Інженер;Комерційний директор;Менеджер проекту
36	26ОО-1 день	Інженер;Менеджер проекту
37	27ОО-1 день	Інженер;Менеджер проекту
38	31ОО-1 день	Інженер;Комерційний директор;Менеджер проекту
39		
40	29	Електрик;Технлог;Головний інженер
41	29	Технлог;Головний інженер
42	39	

Витрати, які необхідні для реалізації проекту наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

### Витрати, необхідні для реалізації проекту

N задачі	Назва задачі	Витрати
1	2	3
0	Будівництво нового силосу	1 189 530,00 грн.
1	Допроєктні роботи	115 090,00 грн.
2	Оцінка технологічних можливостей	41 020,00 грн.
3	Експертиза бізнес-плану будівництва і експлуатації об'єкту	10 800,00 грн.
4	Розробка техніко-економічного обґрунтування будівництва	15 083,33 грн.
5	Геологічні і геодезичні дослідження	22 586,67 грн.
6	Отримання заключення на будівничу частину проекту	25 600,00 грн.
7	Проектні роботи	176 600,00 грн.
8	Ескізне проектування	49 466,67 грн.
9	Надання і узгодження проекту керівництвом	9 733,33 грн.
10	Надання до розгляду комп'ютерної моделі об'єкта	7 000,00 грн.
11	Робоче проектування	25 600,00 грн.
12	Виконання проекту по будівничій частині	25 200,00 грн.
13	Виконання технологічної частини проекту	19 600,00 грн.
14	Проектування і створення інформаційної системи об'єкта	24 000,00 грн.
15	Розробка технологічних систем пожежної безпеки та охорони	11 200,00 грн.
16	Розробка кошторисної документації	4 800,00 грн.
17	Будівельно-монтажні роботи	689 040,00 грн.
18	Розробка поетапного плану будівельно-монтажних робіт	15 200,00 грн.
19	Розробка технологій для будівництва і монтажу об'єкта	44 000,00 грн.
20	Підготовка будівельного майданчика	28 800,00 грн.
21	Земельні роботи з планування	8 000,00 грн.
22	Укріплення ґрунтів	99 840,00 грн.
23	Свайні роботи	42 000,00 грн.
24	Виготовлення монолітних фундаментів	76 800,00 грн.
25	Зведення силосу	151 920,00 грн.
26	Монтаж технологічного устаткування	124 800,00 грн.
27	Монтаж систем транспортування	97 680,00 грн.
28	Пуско-налагоджувальні роботи	110 400,00 грн.
29	Розробка поетапного плану введення об'єкта в експлуатацію	64 800,00 грн.
30	Роботи по запуску і здачі об'єкта в експлуатацію	30 400,00 грн.
31	Розробка технологій, необхідних для пуско-наладки об'єкта	15 200,00 грн.
32	Здача об'єкта в експлуатацію	0,00 грн.
33	Авторський нагляд	30 400,00 грн.
34	Авторський нагляд отриманого устаткування	9 600,00 грн.
35	Авторський нагляд будівельної частини проекту	5 600,00 грн.
36	Авторський нагляд монтажної частини проекту	5 600,00 грн.
37	Авторський нагляд пуско-налагоджуваної частини проекту	9 600,00 грн.
38	Післяпроектні роботи	68 000,00 грн.
39	Розробка інструкцій, необхідних для експлуатації об'єкта	38 000,00 грн.
40	Навчання обслуговуючого персоналу	30 000,00 грн.
41	Завершення проекту	0,00 грн.

При створенні проекту значну роль займає планування витрат. В якості витрат можуть виступати стандартні ставки заробітної платні працівникам, ставки понаднормових, використання матеріальних ресурсів.

В даній кваліфікаційній роботі для реалізації інвестиційного проекту було виділено 1 189 530,00 грн. на оплату праці всіх, хто приймав участь у будівельно-проектних роботах. На будівельні матеріали та устаткування закладено 2 440 000 грн. Вартість проекту, без врахування власних трудових ресурсів - 3 599 130 грн. На витратні матеріали, паливо, обслуговуючий сервіс, непередбачені проектом витрати закладено ще близько 320 000 грн. Отже загалом ця сума становить приблизно 3 920 тис. грн.

Іноді в проекті виникає ситуація, коли на певний ресурс назначається більше задач, аніж він в змозі забезпечити. В цьому випадку представлення діаграми Гантта має ключове значення, так як на ній представлено червоним кольором ті задачі, завершення яких не вписується в заплановані часові рамки проекту. Діаграма Гантта плану проекту розробки експертної системи представлено на рисунку 2.8.

Існує багато методів вирішення цієї проблеми, часто звертаються до збільшення тривалості усього проекту, вводять допоміжні ресурси, назначають понаднормові, або ж розбивають задачу на кілька підзадач. Метод критичного шляху - ефективний інструмент планування розкладу та управління термінами проекту.

В основі методу лежить визначення найбільш тривалої послідовності завдань від початку проекту до його закінчення з урахуванням їх взаємозв'язку. Завдання лежать на критичному шляху (критичні завдання) мають нульовий резерв часу виконання і в разі зміни їх тривалості змінюються терміни всього проекту. У процесі виконання проекту критичний шлях проекту може змінюватися, так як при зміні тривалості задач деякі з них можуть опинитися на критичному шляху.

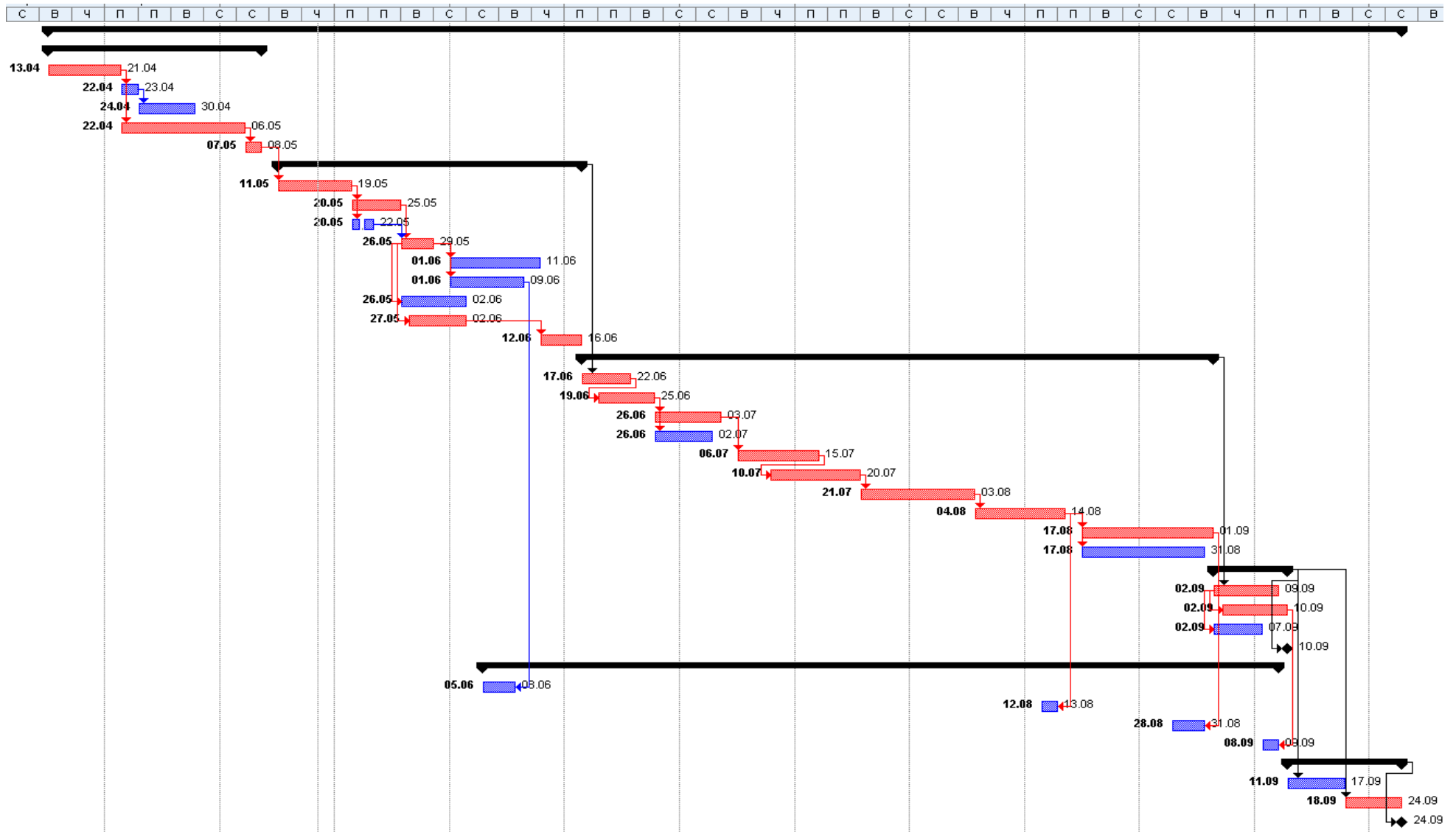


Рисунок 2.8 – Діаграма Гантта для проекту будівництва нового силосу

## 2.5 Висновки до розділу

В ході розв'язання поставлених у першому розділі прикладних задач професійної діяльності системного аналітика в умовах ТОВ «Еспотрейд», яке працює на ринку зернової продукції і заробляє за рахунок надання послуг зберігання зерна, а також за рахунок виготовлення мукомельної продукції, були отримані наступні науково-практичні результати.

В результаті розв'язання задачі оптимізації вмісту елеватора було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення, що вирішує комбінаторну задачу оптимізації закупівлі зерна у великої кількості трейдерів за кількома критеріями. Використання оригінального еволюційного методу прийняття рішень дозволяє за рахунок поступки на ціні закупівлі забезпечити набагато кращі умови якості зерна за засміченістю та вологістю.

Методом аналізу ієрархій за п'ятьма критеріями, що мають різну природу (технологічні, екологічні та економічні) було вирішено задачу прийняття рішень щодо інвестиційного проекту для розглянутого підприємства. В подальшому необхідна було виконане часове та кошторисне проектування побудови нового бункера силоса для елеватора вартістю майже в 4 млн. грн.

Крім цього було створено прикладне програмне забезпечення у вигляді прототипу експертної системи для ідентифікації класу зерна за візуальними та механічними характеристиками на основі нечітких оцінок. Прототип програмного забезпечення показав задовільну якість роботи на тестових прикладах.

## ВИСНОВКИ

В ході аналізу об'єкту дослідження було розглянуто господарську діяльність підприємства ТОВ «Еспотрейд», яке працює на ринку зернової продукції і заробляє за рахунок надання послуг зберігання зерна, а також за рахунок виготовлення мукомельної продукції.

Було проаналізовано функціональну структуру управління підприємства та фінансові показники його діяльності, які є нестабільними через нестачу персоналу, військові дії в Україні, неможливість прогнозування логістичних процесів, амортизацію обладнання тощо.

Актуальними задачами, які мають бути розглянуті в подальшому в кваліфікаційній роботі, є вибір постачальника зерна, який би забезпечував оптимальну за кількома критеріями якість виробничих процесів, та прийняття рішень щодо інвестиційного проекту для розглянутого підприємства, а також розробку цього проекту.

В якості методів розв'язання поставлених задач пропонується в роботі використовувати метод пошуку з заборонами – для розв'язання оптимізаційної задачі, метод аналізу ієрархій – для розв'язання задачі формування інвестиційного портфелю підприємства, методика управління проектами – для розробки проекту будівництва нового силосу та метод нечітких оцінок – для розробки інтелектуальної системи ідентифікації класу пшениці.

В ході розв'язання поставлених у першому розділі прикладних задач професійної діяльності системного аналітика в умовах ТОВ «Еспотрейд», яке працює на ринку зернової продукції, були отримані наступні науково-практичні результати.

В результаті розв'язання задачі оптимізації вмісту елеватора було розроблено спеціалізоване програмне забезпечення, що вирішує комбінаторну задачу оптимізації закупівлі зерна у великої кількості трейдерів за кількома критеріями. Використання оригінального еволюційного методу прийняття



рішень дозволяє за рахунок поступки на ціні закупівлі забезпечити набагато кращі умови якості зерна за засміченістю та вологістю.

Методом аналізу ієрархій за п'ятьма критеріями, що мають різну природу (технологічні, екологічні та економічні) було вирішено задачу прийняття рішень щодо інвестиційного проекту для розглянутого підприємства. В подальшому необхідна було виконане часове та кошторисне проектування побудови нового бункера силоса для елеватора вартістю майже в 4 млн. грн.

Крім цього було створено прикладне програмне забезпечення у вигляді прототипу експертної системи для ідентифікації класу зерна за візуальними та механічними характеристиками на основі нечітких оцінок. Прототип програмного забезпечення показав задовільну якість роботи на тестових прикладах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко, Є. Я. Формування раціональної концентрації зерновиробництва в сільськогосподарських підприємствах: дис. ... кандидата економ. наук: 08.00.04 / Коваленко Єлена Ярославівна ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2014. – 266 с.
2. Машина, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання зернових культур : посібник / за ред. В. І. Кравчука ; Держ. наук. установа "Укр. НДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. виробництва ім. Леоніда Погорілого". – Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 221 с.
3. Басюркіна, Н. Й. Роль зернового господарства України в забезпеченні продовольчої безпеки / Н. Й. Басюркіна // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2010. – Т. 1, вип. 38. – С. 431–435. Сисоєва, С. О., Ситник, І. О. "Управління проектами". Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2019.
4. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження) : колект. монографія / Б. І. Котов [та ін.]; Національна академія аграрних наук України, Нац. наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. господарства". – Київ ; Ніжин : Лисенко М. М. [вид.], 2017. – 551 с.
5. Резерви зернового поля Придніпров'я / А. В. Черенков, М. С. Шевченко, В. С. Рибка та ін. // Хранение и переработка зерна. – 2017. – № 5 (213). – С. 19–24.
6. Харківський, Д. Ф. Управління інноваційним розвитком зернового виробництва / Д. Ф. Харківський, О. П. Петренко // Економіка харчової промисловості. – 2013. – № 4. – С. 61–66.
7. Маккензі, Дж. "Управління проектами для чайників". Київ: Вид-во "Книги ХХІ", 2016.
8. Василенко, В. М. "Інформаційні системи і технології в управлінні". Київ: КНЕУ, 2018.
9. Стівенсон, Д. "Проектний менеджмент: Успіх кожного разу". Київ: Видавництво Старого Лева, 2017.
10. Кваліфікаційна робота магістра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня магістра 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», 2024. – 33 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167921>
11. Управління проектною командою [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Управління проектною командою» для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / В. М. Молоканова, Ю. О. Шевченко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 19 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167646>
  12. 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. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167645>
  13. Практикум з диференційних рівнянь [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Л.С. Коряшкіна, О.Д. Станіна, Ю.О. Шевченко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» - Дніпро : НТУ «ДП», 2024 – 178 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167658>
  14. Аналіз та обробка великих даних [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «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. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167968>
  15. Машинне навчання [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, О.Б. Владико, А.В. Малієнко, Д.М. Гаранжа ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 48 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167920>
  16. Системний аналіз [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: А.В. Малієнко, О.Б. Владико, С.В. Козир, Д.М. Гаранжа ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 82с. <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167652>

## ДОДАТКИ

## Додаток А

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення				Найменування	Кількість аркушів	Примітки		
1									
2					Документація				
3									
4	САУ.КР.24.09.ПЗ				Пояснювальна записка	70	Формат А4		
5									
6					Демонстраційний матеріал	15	Презентація на CD-R		
7									
8					Копія роботи	1	Диск CD-R		
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
					САУ.КР.24.09.ДА.ПЗ.				
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Калашникова				<b>Матеріали кваліфікаційної роботи</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів	
К. розд.	Желдак								
Керівн.	Желдак					НТУ «ДП», 12; 124м-23-1			
Н.контр.	Хом'як								
Зав. каф.	Желдак								

ВІДГУК  
на кваліфікаційну роботу магістра  
студентки групи 124м-23-1 Калашникової Юлії Дмитрівни  
спеціальності 124 «Системний аналіз»

Тема кваліфікаційної роботи: «Проектування та оптимізація інвестиційної діяльності в умовах фермерського господарства»

Обсяг кваліфікаційної роботи: 70 сторінок.

Мета кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності господарської діяльності підприємства за рахунок вирішення актуальних задач оптимізації окремих виробничих процесів.

Актуальність теми дослідження обумовлена погіршенням фінансових показників діяльності базового підприємства, які є нестабільними через нестачу персоналу, військові дії в Україні, неможливість прогнозування логістичних процесів, амортизацію обладнання тощо.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки предметом дослідження є моделі та методи оптимізації, прийняття рішень та управління проектами, які дозволяють оптимізувати окремі виробничі процеси ТОВ «Еспотрейд».

Наукова новизна отриманих в роботі результатів полягає в наступному:

- застосовано еволюційний метод оптимізації для розв'язання комбінаторної задачі формування оптимального набору постачальників зерна;

- використано метод нечітких оцінок в складі інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для ідентифікації класу зерна.

Практична цінність роботи полягає розробці набору програмних продуктів, що дозволяють вирішувати актуальні задачі оптимізації виробничих процесів на об'єкті дослідження.

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в повсякденній практиці розглянутого підприємства ТОВ «Експотрейд», а також у виробничій діяльності великої кількості підприємств, що займаються зберіганням і переробкою зерна.

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

У роботі **не відзначено** суттєвих недоліків.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: «відмінно» (90 балів)

З урахуванням висловлених зауважень авторка заслуговує присвоєння кваліфікації «магістр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи,  
К.т.н., доц., зав. каф. САУ

Желдак Т.А.