

Київський національний торговельно-економічний університет

Кафедра кібернетики та системного аналізу

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Розробка моделей багатокритеріальної оптимізації
діяльності виробничого підприємства»**

Студента 2 курсу, 1м групи,

спеціальності
051 «Економіка»

спеціалізації
«Економічна кібернетика»

Науковий керівник
доктор економічних наук, професор

Гарант освітньої програми
доктор фізико-математичних наук,
професор

Дороша Євгена
Ігоровича

підпис студента

Роскладка Андрій
Анатолійович

підпис керівника

Гамалій
Володимир
Федорович

підпис керівника

Київ 2018

Київський національний торговельно-економічний університет

Факультет обліку, аудиту та інформаційних систем

Кафедра кібернетики та системного аналізу

Спеціальність 051 «Економіка»

Спеціалізація «Економічна кібернетика»

Зав. кафедри _____

Затверджую

Роскладка А. А.

«15» листопада 2018р.

Завдання на випускню кваліфікаційну роботу (проект) студенту

Дорошу Євгену Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи (проекту)
«Розробка моделей багатокритеріальної оптимізації діяльності виробничого підприємства»
Затверджена наказом ректора від «07» листопада 2018 р. № 4186
 2. Строк здачі студентом закінченої роботи 05 листопада 2019 року
 3. Цільова установка та вихідні дані до роботи
Мета роботи: аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства на ринку України, визначення проблем, які перешкоджають ефективному його розвитку та можливих шляхів їх вирішення.
Об'єкт дослідження: процес планування посівних площ та процес реалізації вирощеної продукції аграрного підприємства.
Предмет дослідження: компромісні рішення, що приймаються в процесі планування та реалізації продукції рослинництва.
 4. Перелік графічного матеріалу _____
-
-

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів, за якими здійснюється консультування:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Роскладка А. А.	15.11.2018 р.	15.11.2018 р.
2	Роскладка А. А.	15.11.2018 р.	15.11.2018 р.
3	Роскладка А. А.	15.11.2018 р.	15.11.2018 р.

6. Зміст випускної кваліфікаційної роботи (проекту) (перелік питань за кожним розділом)

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

1.1. Методологія прийняття компромісного рішення

1.2. Оптимальність за Парето

Висновки до розділу 1

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ У ВИРОБНИЧІЙ СФЕРІ

2.1. Класифікація оптимізаційних задач

2.2. Основні методи багатокритеріальної оптимізації

Висновки до розділу 2

РОЗДІЛ 3. ПОШУК КОМПРОМІСНИХ РІШЕНЬ В ОПТИМІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Загальна характеристика та аналіз діяльності ДП «Глобинеагропродукт»

3.2. Багатокритеріальна задача планування посівних площ

3.3. Розв'язування багатокритеріальної задачі методом пріоритетів

Висновки до розділу 3

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

7. Календарний план виконання роботи

№ Пор.	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи</i>	01.11.2018	01.11.2018
2	<i>Розробка та затвердження завдання на випускну кваліфікаційну роботу</i>	15.11.2018	15.11.2018
3	<i>Вступ</i>	01.06.2019	
4	<i>Розділ 1. Теоретичні основи багатокритеріальної оптимізації</i>	25.06.2019	
5	<i>Розділ 2. Методи багатокритеріальної оптимізації у виробничій сфері</i>	02.09.2019	
6	<i>Підготовка статті у збірник наукових статей магістрів</i>	09.09.2019	
7	<i>Розділ 3. Пошук компромісних рішень в оптимізації діяльності агропромислового підприємства</i>	21.10.2019	
8	<i>Висновки</i>	01.11.2019	
9	<i>Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі науковому керівнику</i>	05.11.2019	
10	<i>Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	20.11.2018	
11	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи</i>	22.11.2018	
12	<i>Представлення готової зшитої випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	25.11.2019	
13	<i>Публічний захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	За розкладом роботи ЕК	

8. Дата видачі завдання «15» листопада 2018 р.

9. Керівник випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Роскладка А.А.

(прізвище, ініціали, підпис)

10. Гарант освітньої програми

Гамалій В. Ф.

(прізвище, ініціали, підпис)

11. Завдання прийняв до виконання студент-дипломник

Дорош С. І.

(прізвище, ініціали, підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БАГАТОКРИТЕРАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ.....	7
1.1. Методологія прийняття компромісного рішення	7
1.2. Оптимальність за Парето	12
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ У ВИРОБНИЧІЙ СФЕРІ	18
2.1. Класифікація оптимізаційних задач	18
2.2. Основні методи багатокритеріальної оптимізації.....	20
Висновки до розділу 2	29
РОЗДІЛ 3. ПОШУК КОМПРОМІСНИХ РІШЕНЬ В ОПТИМІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	30
3.1. Загальна характеристика та аналіз діяльності ДП «Глобинеагропродукт»	30
3.2. Багатокритеріальна задача планування посівних площ	34
3.3. Розв'язування багатокритеріальної задачі методом пріоритетів.....	37
Висновки до розділу 3	47
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

На сьогоднішній день пошук компромісних рішень в задачах з багатьма критеріями відіграє велику роль у роботі будь-якого підприємства. Однією з передумов успішного управління проектом можна назвати комплекс заходів та рішень, кінцевою метою яких є ефективний контроль за ресурсами проекту з урахуванням часових, фінансових та технічних обмежень. Пошук оптимального співвідношення між якістю, термінами та вартістю необхідно поєднувати із системним підходом до управління, тому що будь-яке рішення безпосередньо впливає на підсистеми та підрозділи команди проекту.

Методи оптимізації застосовуються для розв'язання задач теорії оптимальних процесів, оптимального регулювання, вироблення керувальних збурень на об'єкти. Без розробки та застосування методів оптимізації неможливе керування на підприємстві.

Сучасні методи оптимізації – науковий підхід до підготовки та вибору оптимальних рішень, які постають перед керівниками підприємств, установ, фірм, організацій та навіть країн. Сучасні методи оптимізації – це також математична дисципліна, що займається вивченням та дослідженням екстремальних задач в умовах невизначеності та розробкою методів їх розв'язання.

Під багатокритеріальною оптимізацією рішення розуміють оптимум Парето, який означає вибір такого оптимального рішення у багатокритеріальній системі, яке не може бути удосконалено по жодному критерію без погіршення по іншому критерію. Таким чином, оптимум за Парето забезпечує задовільне рішення для групи критеріїв.

Україна має потужний потенціал розвитку сільського господарства. Проте неефективні методи використання ресурсів стають на заваді виходу нашої країни в лідери світової аграрної економіки.

Актуальність зазначених проблем в ринкових умовах господарювання вимагає від суб'єктів підприємницької діяльності в галузі аграрного сектору новітніх підходів до планування виробництва.

Метою даного дослідження є аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства на ринку України, визначення проблем, які перешкоджають ефективному його розвитку та можливих шляхів їх вирішення.

Виходячи із мети основними завданнями роботи є:

- вивчення теоретичних основ прийняття компромісних рішень в економіці;
- аналіз основних методів розв'язування багатокритеріальних оптимізаційних задач;
- дослідження діяльності ДП «Глобинеагропродукт»;
- виявлення основних проблем розвитку агропромислового комплексу України;
- визначення шляхів вирішення існуючих проблем планування посівних площ та реалізації вирощеної продукції ДП «Глобинеагропродукт»;
- здійснення програмної реалізації знаходження компромісного рішення при виборі оптимальної стратегії діяльності агрофірми в галузі рослинництва.

Об'єктом дослідження є процес планування посівних площ та процес реалізації вирощеної продукції аграрного підприємства.

Предметом дослідження є компромісні рішення, що приймаються в процесі планування та реалізації продукції рослинництва.

Основним інструментом дослідження є математична модель, яка являє собою математичний опис процесу, об'єкту або явища, а також процес розв'язання задачі за допомогою середовища Microsoft Excel.

Інформаційною базою дослідження стали законодавчі та нормативні акти, статистичні дані та фактичні показники діяльності ДП «Глобинеагропродукт», спеціальна література з проблем теорії та практики моделювання процесів діяльності аграрних компаній та прийняття рішень в умовах багатокритеріальної невизначеності.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

1.1. Методологія прийняття компромісного рішення.

Прийняття рішень – це складова частина виконання будь-якої управлінської функції. Вибір типу структури управління, стратегії, наказ про заохочення працівників, делегування повноважень підлеглому, дії по ліквідації збоїв у діяльності підприємства тощо.

Компромісні рішення використовують у випадку недовмвленості сторін щодо прийняття певного рішення. Потім може прийматися рішення, яке власне ніхто й не пропонував. Приймається таким чином, середнє рішення, яке по суті не задовольняє ані ту, ані іншу сторони. Таке рішення легко порушити при виконанні [2].

Процес прийняття компромісних рішень має наступні етапи [17]:

а) Розуміння та визнання основної причини виникнення конфлікту. Мета даного етапу полягає в тому, що насамперед потрібно визначити потенційну причину виникнення конфлікту, а потім визначити можливі компромісні рішення. Більшість випадків причини конфліктів пов'язані з некомпетентністю або помилкою працівників.

б) Перегляд цілей проекту. Цей перегляд включає в себе аналіз зовнішніх факторів, які впливають на задані цілі і можуть їх змінювати протягом життєвого циклу проекту. Наслідком такого аналізу може бути перегляд усієї проектної документації.

в) Аналіз статусу та зовнішніх факторів проекту. Цей етап включає порівняння фактичних строків, стандартів та витрат із запланованими результатами. Особлива увага приділяється проблемним моментам. До найбільш важливих зовнішніх факторів, які підлягають аналізу належать:

- 1) фінансові ризики;
- 2) контракти;

3) розвиток інших проектів;

4) конкуренція.

г) Визначення альтернативного варіанта розвитку проекту. Цей етап включає:

1) складання списку альтернативних варіантів виконання проекту шляхом змін головних параметрів – ціни, якості та строків;

2) складення «дерева рішень» по кожному виду діяльності, строкам та витратам, визначення ймовірності успіху для кожної умови;

3) вибір остаточної стратегії, узгодженої з керівництвом компанії, впровадження цієї стратегії. Для прогнозування потенційних проблем складаються таблиці альтернативних оцінок.

Для порівняння різних альтернатив використовуються різні методи. Одним з таких методів є приведення всіх альтернатив до єдиного грошового еквіваленту, що дозволяє порівнювати їх як рівнозначущі величини. Труднощі використання такого методу полягають в тому, що деякі фактори важко оцінити в грошовому еквіваленті (наприклад, техніка безпеки, екологія).

На цьому етапі рекомендації менеджерів щодо обраних альтернатив представляються керівництву для узгодження. Після узгодження з керівництвом знову починається детальне планування проекту, побудова графіків та інші роботи.

Важливу роль в ефективності прийнятих рішень відіграють такі методи як доведення їх до виконавців. Вважається, що вміння передавати завдання виконавцям є головним джерелом ефективності прийнятого рішення. В зв'язку з цим виділяють чотири основні причини невиконання рішень:

- рішення було недостатньо чітко сформульованим;
- рішення було ясно і чітко сформульованим, але виконавець його не усвідомив;
- рішення чітко сформульоване і виконавець його добре усвідомив, але у нього не було необхідних умов і засобів для його виконання;
- рішення було чітко сформульоване, виконавець його засвоїв і мав всі необхідні засоби для його виконання, але у нього не було внутрішньої згоди з варіантом рішення, який був запропонований менеджером. Виконавець в даному

разі може мати свій, більш ефективний, на його думку, варіант вирішення даної проблеми. Таким чином, ефективність управлінських рішень залежить не лише від їх оптимальності, але й від форми доведення до виконавців (оформлення рішень та особистих якостей керівників і підлеглих) [2].

Однією з передумов успішного управління проектом можна назвати комплекс рішень та заходів, кінцевою метою яких є ефективний контроль за ресурсами проекту враховуючи фінансові, часові, та технічні обмеження. Основною проблемою для менеджерів проекту є оптимальне поєднання трьох заданих величин, а саме – якості (технічних умов), вартості та строків.

По відношенню до основних обмежень проекту – строків, якості та вартості - оптимальне рішення означає, що неможливо, наприклад, скоротити строки реалізації проекту без зниження якості або збільшення його вартості. Так як кожен проект має власні особливості, то процес вибору оптимального співвідношення між основними параметрами проекту є активним компромісним процесом, який виконується протягом всього строку життя проекту. На цей процес здійснюють вплив як внутрішні, так і зовнішні фактори проекту (таблиця 1.1). Тому знаходження оптимального рішення завжди є компромісним процесом [2].

Вибір компромісного рішення завжди залежить від основних обмежень проекту. При цьому можливі варіанти, коли в проекті фіксованими є один, два або всі три обмеження.

Таблиця 1.1.

Фактори вибору компромісного рішення [2]

	Строки	Вартість/Ціна	Якість
А. Один фіксований фактор			
A-1	Фіксований	Змінний	Змінний
A-2	Змінний	Фіксований	Змінний
A-3	Змінний	Змінний	Фіксований
Б. Два фіксованих фактори			
Б-1	Фіксований	Фіксований	Змінний
Б-2	Фіксований	Змінний	Фіксований
Б-3	Змінний	Фіксований	Фіксований
В. Три фіксованих/змінних фактори			
В-1	Фіксований	Фіксований	Фіксований
В-2	Змінний	Змінний	Змінний

Ситуації А і Б являють собою типові компромісні рішення в управлінні проектами. Наприклад, більшість проектів можна віднести до категорії А-3. Якісні характеристики дослідних проектів, як правило, мають чіткі межі, в той же час, такі фактори, як вартість та строки можуть не відповідати встановленим вимогам, тобто вони є компромісними факторами. Визначення компромісів залежить від наявних альтернатив.

Більша частина проектів, пов'язаних із виробництвом обладнання, попадають під категорію А-1 або Б-2. При цьому час є головним фактором, тому що чим швидше почнеться виробництво, тим швидше повернуться інвестиції. З іншого боку, важливими є також технічні вимоги, які впливають на рентабельність таких проектів. Якщо аналіз всіх можливих альтернатив указує на високий потенціал проекту, то фактором, який можна змінювати (компромісним фактором) стає вартість (Б-2).

Якщо жоден фактор не є фіксованим (В-2), то знаходження компромісного рішення не має сенсу, тому що немає обмежувальних параметрів.

Отже, будь-які компромісні рішення призводять до зміни одного фактора на користь іншого [20].

Нехай ОПР – особа, що приймає рішення обрано певну ціль щодо розвитку економічної системи, множину альтернативних стратегій (рішень), реалізація яких дає змогу досягти поставленої цілі, а також низку критеріїв оцінювання цих стратегій (в якості критеріїв можуть використовуватися спеціалізовані економічні показники). Науковий аналіз проблем прийняття рішень в економічній діяльності та підприємстві починається з моменту, коли хоча б частина альтернатив і (чи) критеріїв відома. У сучасній науці стосовно прийняття рішень центральне місце посідають багатокритеріальні задачі вибору. Вважається, що врахування багатьох критеріїв наближує постановку задачі до реального життя. Наприклад, ОПР вибирає рослинницькі культури для посіву. У якості альтернатив обрано три культури і виокремлено такі критерії вибору: урожайність, прогнозована ціна продажу 1 ц кожної культури, купівельна спроможність населення, рівень

пріоритетності культури у споживачів. Зазначимо, що традиційно заведено розрізняти наступні три основних класи задач прийняття рішень [25]:

а) Упорядкування альтернатив. Для низки задач вважається досить обґрунтованою вимога щодо впорядкування стратегій (об'єктів) на множині альтернатив. Так, наприклад, члени родини впорядковують за ступенем необхідності майбутні витрати на придбання певних товарів і послуг, керівники фірм упорядковують за критерієм прибутковості та іншими критеріями об'єкти капіталовкладень тощо. У загальному випадку вимога щодо впорядкування альтернатив означає необхідність визначити відносну цінність кожної з них.

б) Розподіл альтернатив за класами рішень. Такі задачі зустрічаються у повсякденному житті, наприклад, у разі купівлі квартири чи будинку. В разі обміну квартири люди, як правило, розділяють альтернативи на дві групи: такі, що заслуговують і не заслуговують більш детального вивчення, що потребує витрат часу і коштів. Групи товарів розрізняються за якістю тощо.

в) Виокремлення (вибір) кращої альтернативи. Ця задача традиційно вважається однією з основних у прийнятті рішень. Вона часто зустрічається на практиці. Вибір одного предмета для купівлі, вибір місця праці, вибір інвестиційного проекту з множини альтернативних варіантів – це типові приклади [2].

Наголосимо, що багатокритеріальні задачі це задачі, обтяжені невизначеністю, конфліктністю та породженим ними ризиком. Частина інформації, необхідна для вичерпного та однозначного визначення вимог до рішення, принципово відсутня на момент прийняття цього рішення. Дослідник відносно часто, в принципі, вербально може визначити основні змінні, враховуючи зв'язки (залежності) між ними, тобто побудувати концептуальну модель, що відображає ситуацію. Але залежності між критеріями взагалі не можуть бути визначені на ґрунті лише об'єктивної інформації, що є в розпорядженні дослідника. Такі проблеми, згідно з класифікацією [11], слід віднести до слабоструктурованих, оскільки тут нестача об'єктивної інформації є принципово неусуненою на момент

прийняття рішення, тобто об'єктивно існує невизначеність і породжений нею ризик [8].

Існує низка проблем, у котрих відомий лише перелік основних параметрів, але кількісні взаємозв'язки між ними встановити неможливо (відсутня необхідна інформація). Інколи ясно лише, що зміна параметрів у певних межах впливає на рішення. У таких випадках структура, що розуміється як множина зв'язків між параметрами, не визначена і проблема називається неструктурованою. Типовими неструктурованими проблемами є вибір професії, вибір місця роботи тощо. Усі ці проблеми потребують урахування невизначеності та моделювання ризику, кількісна оцінка якого, у свою чергу, теж є багатокритеріальною [17].

1.2. Оптимальність за Парето

Вільфредо Парето (1848–1923) – це один з великих італійських представників неокласичної економічної теорії, продовжувач традицій лозаннської школи маржиналізму. Під оптимізацією компромісного рішення найчастіше розуміють саме оптимум Парето. Він означає вибір такого оптимального рішення у багатокритеріальній системі, яке не може бути удосконалено по жодному критерію без погіршення по іншому критерію. Таким чином, оптимум за Парето забезпечує задовільне рішення для групи критеріїв.

Наприклад, розподіл ресурсів за Парето вважається оптимальним, якщо жоден з альтернативних варіантів розподілу ресурсів не може покращити використання хоча б одного виду ресурсу без погіршення використання інших ресурсів.

Вперше проблема оптимізації векторного критерію була сформульована В. Парето в 1896 р., заслуга якого полягає в тім, що він розробив одне з фундаментальних понять даного напрямку оптимізації – поняття оптимальності (ефективності), що носить його ім'я. Воно являє собою узагальнення поняття точки екстремуму вектору цільових функцій у разі декількох критеріїв. Рішення

вважається Парето-оптимальним, якщо значення кожного з локальних критеріїв, що входять до вектору оптимізації, можна поліпшити лише за рахунок погіршення значень інших локальних критеріїв [12].

Оптимум Парето – це такий стан системи, при якому значення кожного окремого критерію, що описує стан системи, не може бути покращено без погіршення становища інших елементів [12].

Принцип, за словами Вільфредо Парето, проголошує: «Слід вважати, що будь-яка зміна, яка нікому не завдає збитків і яка приносить людям користь (за їх власною оцінкою), є поліпшенням». Таким чином визнається право на всі зміни, які не приносять нікому додаткової шкоди [31].

Множина станів системи, оптимальних за Парето, називають «множиною Парето», «множиною альтернатив, оптимальних в сенсі Парето», або «множиною оптимальних альтернатив» [31].

Ситуація, коли досягнута ефективність за Парето – це ситуація, коли всі вигоди від змін вичерпані [20].

Саме optimum Парето вважається одним з головних понять для сучасної економічної науки. На основі цього поняття будуються перша та друга фундаментальні теореми добробуту. Одним з застосувань Парето-оптимальності є так званий Парето-розподіл ресурсів (капіталу та трудових ресурсів) при міжнародній економічній інтеграції, тобто економічне об'єднання двох і більше держав.

У своєму двотомнику «Навчання політичної економії» В. Парето відступив від традиційних підходів кількісної характеристики корисності на основі міжособистісних порівнянь корисності, сформулювавши поняття суспільної максимальної корисності, тобто саме те поняття, що в економічній літературі тепер прийнято називати «оптимумом Парето» [31]. Призначення даного поняття полягає в оцінці таких змін, що або поліпшують добробут усіх, або не погіршують добробуту усіх з поліпшенням добробуту принаймні хоча б однієї людини. Концепція «оптимуму Парето» дозволяє, таким чином, прийняти оптимальне рішення по максимізації прибутку (відповідно і корисності), якщо теоретична

аргументація оптимальної комбінації споживання базується на таких передумовах, як [12]:

- тільки особиста оцінка власного добробуту;
- визначення суспільного добробуту через добробут окремих людей;
- непорівнянність добробуту окремих людей.

Рівновага ринку, яка досягається завдяки конкуренції і механізмові вільного ціноутворення, як стверджують одні теорії, протиставляється ролі держави в регулюванні економіки, розглянутої як найважливіший елемент стабільності в інших школах економічної думки [12].

Оптимальний стан ринку за Парето – це така ситуація, коли не можна поліпшити положення будь-якого учасника економічного процесу при цьому не знижуючи добробуту як мінімум одного з інших [31].

Уряди різних країн відрізняються у своїй економічній політиці, а акценти постійно зміщаються від державного регулювання економіки на базі аналізу макроекономічних величин з погляду кількісних закономірностей у співвідношеннях між ними до панування вільної конкуренції. Отже, і кейнсіанства, що проголошує підтримку ефективного попиту і повної зайнятості, і школа неокласицизму, і інші напрямки, що знаходять своє застосування і синтезуються в нові теорії, знайшли своє відображення.

Оптимум за Парето говорить, що добробут суспільства досягає максимуму, а розподіл ресурсів стає оптимальним, якщо будь-яка зміна цього розподілу погіршує добробут хоча б одного суб'єкта економічної системи. У ситуації, оптимальної по Парето, не можна поліпшити положення будь-якого учасника економічного процесу, одночасно не знижуючи добробуту як мінімум одного з інших. Такий стан ринку називається Парето-оптимальним станом. Відповідно до критерію Парето (критерію росту суспільного добробуту), рух у бік оптимуму можливо лише при такому розподілі ресурсів, що збільшує добробут принаймні однієї людини, не наносячи збитку нікому іншому [31].

Вихідним посиланням теореми Парето стали погляди Бентама та інших ранніх представників утилітаризму з числа економістів про те, що щастя

(розглянуте як задоволення або корисність) різних людей порівнянні й адитивні, тобто можуть сумуватися в якесь загальне щастя усіх. І, за Парето, критерієм оптимальності є не загальна максимізація корисності, а її максимізація для кожного окремого індивіда в межах володіння визначеним вихідним запасом благ [12].

Виходячи з посилання про раціональне поведіння індивіда, можна припустити, що при виробництві продукції фірма використовує такий набір виробничих можливостей, що може забезпечити їй максимальну розбіжність між валовою виручкою та витратами. А споживач, у свою чергу, здобуває такий набір товарів, що забезпечить йому максимізацію корисності. Рівноважний стан системи припускає оптимізацію цільових функцій (у підприємця – максимізація прибутку, у споживача – максимізація корисності). Саме це і є Парето-оптимальний стан ринку. Він означає, що, коли всі учасники ринку, прагнучи кожний до своєї вигоди, досягають взаємної рівноваги інтересів і вигод, сумарне задоволення (загальна функція корисності) досягає свого максимуму. Це майже те, про що говорив А. Сміт у своєму знаменитому пасажі про «невидиму руку» (правда, не в термінах корисності, а в термінах багатства). Пізніше дійсно була доведена теорема про те, що загальна ринкова рівновага і є Парето-оптимальний стан ринку [9].

Отже, суть поглядів Парето може бути зведена до двох тверджень [13]:

- будь-яка конкурентна рівновага є оптимальною (пряма теорема);
- оптимум може досягнутись конкурентною рівновагою, що означає, що обраний виходячи з деяких критеріїв оптимум найкращим способом досягається через ринковий механізм (зворотна теорема).

Іншими словами, стан оптимуму цільових функцій і забезпечує збалансованість на всіх ринках. Оптимізація цільових функцій за Парето означає вибір найкращої альтернативи з усіх можливих всіма учасниками економічного процесу. Однак необхідно відзначити, що вибір кожного індивіда залежить від цін і початкового обсягу благ, яким він розташовує, і варіюючи початковий розподіл благ ми змінюємо і рівноважний розподіл, і ціни. Звідси випливає, що ринкова рівновага – це найкраще положення в рамках де уже сформувалася системи розподілу і модель Парето припускає несприйнятливості суспільства до нерівності.

Такий підхід стане більш зрозумілий, якщо взяти до уваги «закон Парето», або закон розподілу доходів [13].

На основі вивчення статистики ряду країн у різні історичні епохи Парето установив, що розподіл доходів вище визначеної величини зберігає значну стійкість, і це свідчить, на його думку, про нерівномірний розподіл природних людських здібностей, а не про недосконалість соціальних умов. Звідси випливало скептичне відношення Парето до питань соціальної перебудови суспільства [28].

Все ж таки важко заперечувати положення, що оптимальне, по Парето, дуже часто є соціально неприйнятним. Навіть у руслі неокласичного напрямку політичної економії формуються інші теорії добробуту [25].

Якщо повага до індивідуальних переваг умовно приймається як основна етична презумпція, то цим неминуче визначається основна ідея економічної теорії добробуту – це ідея оптимізму Парето [19].

Відповідно до критерію Парето (критерію росту суспільного добробуту), рух у бік оптимуму можливий лише при такому розподілі ресурсів, що збільшує добробут принаймні однієї людини, не завдаючи шкоди нікому іншому [20].

Таким чином, множина Парето-оптимальних рішень є підмножиною допустимої множини рішень задачі векторної оптимізації й володіє тою властивістю, що всі належні йому рішення не можуть бути поліпшені одночасно за всіма локальними критеріями – компонентами вектора ефективності. Отже, для будь-яких двох рішень, що належать області Парето-оптимальних рішень, обов'язково має місце протиріччя хоча б з одним із локальних критеріїв. Це автоматично призводить до необхідності проводити вибір рішення саме в області Парето-оптимальних рішень на основі певної схеми компромісу. Тому множину Парето-оптимальних рішень іноді називають областю компромісів [31].

Апроксимація границі Парето є класичною задачею дослідження операцій та має велике практичне значення, у тому числі й для аграрного сектору, оскільки на використанні інформації про границю Парето побудовані ефективні методи підтримки прийняття рішень за наявності декількох критеріїв оцінки економічних показників.

Висновки до розділу 1

Прийняття управлінських рішень – це визначальний процес управлінської діяльності, оскільки він формує напрямки діяльності організації та її окремих працівників. Робота з прийняття управлінських рішень вимагає високого рівня компетентності, значних затрат часу, енергії, досвіду. Вона передбачає і високий рівень відповідальності, оскільки для втілення прийнятих рішень у життя необхідно забезпечити ефективну і злагоджену роботу всього організаційного механізму.

Використання методів багатокритеріальної оптимізації дозволяє визначити перелік видів робіт на стадії експлуатації, які формують трудомісткість робіт, сформуванню модель багатокритеріального відбору із набору альтернатив та зменшити витрати на впровадження розробок у виробничий процес за рахунок використання сучасних інформаційних технологій.

Отже, пошук компромісних рішень виконує важливу роль у діяльності будь-якого підприємства, тим самим значно підвищуючи ефективність праці та виготовлення продукції. За допомогою етапам прийняття компромісних рішень можна визначити та покращити роботу підприємства.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ У ВИРОБНИЧІЙ СФЕРІ

2.1. Класифікація оптимізаційних задач

Багатокритеріальною оптимізацією або програмуванням (англ. Multi-objective optimization) називається процес одночасної оптимізації двох або більше конфліктуєчих цільових функцій в заданій області визначення [3].

Задача багатокритеріальної оптимізації зустрічаються в багатьох галузях науки та техніки і є частиною загальної множини оптимізаційних задач.. Класифікація оптимізаційних задач зображено на рис 2.1.

Задача багатокритеріальної оптимізації формулюється таким чином [4]:

$$\min_x \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)\} \quad (2.1)$$

$$x \in S,$$

де $f_i : R^n \rightarrow R$ це $k(k \geq 2)$ цільових функцій.

Вектори розв'язків $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ належать до не порожньої області визначення S .

Насамперед задача багатокритеріальної оптимізації полягає у пошуку вектора цільових змінних, який оптимізує векторну функцію та задовільняє накладеним обмеженням, елементи якої відповідають цільовим функціям. Дані функції утворюють математичне описання критерію задовільності та, зазвичай, взаємно конфліктують. Звідси вплива, «оптимізувати» тобто - це означає знайти такий розв'язок, за якого значення цільових функцій були б прийнятними для постановника задачі [4].

Щоб була можливість оцінки якості знайдених розв'язків, зазвичай розглядають такі точки в області значення цільової функції [20]:

- ідеальна точка, y^I ,

- утопічна точка, y^U ,

- надір (надир), y^N .



Рис. 2.1. Класифікація задач оптимізації

В деяких випадках дані точки можуть бути розв'язками.

Ідеальна точка визначається як вектор $y^I = (y_1^I, \dots, y_p^I)$, кожна з координат якого має оптимальне значення відповідної складової цільової функції [20]:

$$y_k^I = \min_{x \in X} f_k(x) = \min_{y \in Y} y_k \quad (2.2)$$

Точка надіру $y^N = (y_1^N, \dots, y_p^N)$ визначається як вектор:

$$y_k^N = \max_{x \in E} y_k(x) = \max_{y \in N} y_k \quad (2.3)$$

Утопічну точку y^U обчислюють на основі ідеальної:

$$y^U = y^I - \epsilon U, \quad (2.4)$$

де $\epsilon > 0, U$ – одиничний вектор.

Зазначимо, що в класичній постановці задачі математичного програмування передбачається одна цільова функція, яка кількісно визначена. На роль критерію оптимальності (ефективності) реальних економічних систем претендують декілька десятків показників. Наприклад, максимум чистого доходу від реалізації виробленої продукції чи максимум рівня рентабельності, мінімум собівартості виробленої продукції або мінімум витрат дефіцитних ресурсів [8]. Крім того, бажаним є застосування кількох критеріїв одночасно, причому вони можуть бути взагалі несумісними. Наприклад, щоб досягти максимальної ефективності виробництва за мінімальних витрат ресурсів з погляду постановки математичної задачі є некоректною [17].

Мінімальні витрати ресурсів – це нульові витрати, які мають місце за повної відсутності будь-якого процесу виробництва. Аналогічно максимальна ефективність може бути досягнута лише у разі використання певних обсягів (звичайно не нульових) ресурсів. Тому коректними є постановки задач такого типу: досягти заданого ефекту за мінімальних витрат чи досягти максимальної ефективності при заданих витратах [17].

2.2. Основні методи багатокритеріальної оптимізації.

Так як не існує єдиного універсального критерію економічної ефективності, то досить часто вдаються до розгляду багатокритеріальної оптимізації. Не дивлячись на те що задача математичного програмування передбачає тільки одну

цільову функцію, розроблено математичні методи котрі дають змогу будувати компромісні плани, тобто здійснювати багатокритеріальну оптимізацію [20].

Зазвичай найчастіше способи використання багатьох критеріїв у задачах математичного програмування зводяться до штучного об'єднання кількох вибраних показників в один. Наведемо декілька таких способів [25].

Нехай у задачі обрано m критеріїв оптимальності $F_i (i = \overline{1, m})$. Загальний критерій може мати вигляд суми окремих показників ефективності з відповідними коефіцієнтами [25]:

$$F^+ = k_1 F_1 + k_2 F_2 + \dots + k_m F_m, \quad (2.5)$$

де k_1, \dots, k_m – додатні чи від'ємні коефіцієнти. Від'ємні коефіцієнти відповідають тим критеріям, які мінімізуються, а додатні – тим, які потрібно максимізувати. Абсолютні значення коефіцієнтів k_1, \dots, k_m відповідають пріоритету (важливості) того чи іншого показника [25].

Наприклад, якщо розв'язується виробнича задача, то з додатними коефіцієнтами ввійдуть такі величини, як послуги та обсяг прибутку, отриманого від реалізації товарів, з від'ємними – витратами ресурсів (праці, часу), собівартість одиниці продукції [4].

Узагальнений критерій може подаватись у вигляді дробу, де в чисельнику знаходиться добуток показників, які необхідно максимізувати, припустимо F_1, \dots, F_n , а в знаменнику – добуток тих, які потрібно мінімізувати F_{n+1}, \dots, F_m [25]:

$$F^+ = \frac{\prod_{i=1}^n F_i}{\prod_{i=n+1}^m F_i} \quad (2.6)$$

Найбільш розповсюдженим недоліком критеріїв (2.5), (2.6) є те, що існує можливість недостатню ефективність одного критерію компенсувати іншим. Наприклад, зниження значення виконання попередніх замовлень (в (2.6) буде в чисельнику) може компенсуватися зменшенням використання ресурсів. Так як окремі величини в чисельнику та знаменнику пропорційно зменшилися, то

значення дробу не змінюється, проте складені на основі таких розрахунків плани можуть призвести до негативних наслідків [2].

Такі критерії порівнюють із запропонованим Львом Толстим жартома «критерієм оцінки людини» у вигляді дробу, де в чисельнику зазначають справжні достоїнства людини, а у знаменнику – її думку про себе. Тобто, якщо людина майже немає достоїнств (чисельник дробу буде малим числом) і водночас у неї зовсім відсутня зарозумілість (в знаменнику – майже нуль), то вона буде мати нескінченно велику цінність (оскільки будь-яке число, поділене на нескінченно малу величину, дає нескінченність) [17].

Отже, необхідно підходити до використання способів формування цільових функцій зважено та продумано.

Ще один метод запропонував І. Никовський. Оптимальний план знаходять окремо за кожним з вибраних критеріїв, після чого отримують множину значень цільової функції F_i^+ ($i = \overline{1, m}$). На останньому етапі розв'язується початкова задача з одним критерієм виду [51]:

$$\min F = \left| \frac{F_1^+ - \overline{F}_1}{F_1^+} \right| = \left| \frac{F_2^+ - \overline{F}_2}{F_m^+} \right|, \quad (2.7)$$

де \overline{F}_i ($i = \overline{1, m}$) – значення i -го критерію оптимальності в оптимальному компромісному плані. За такого підходу розв'язок задачі визначається за критерієм, що дорівнює мінімальному значенню модулів часток відхилень значень кожної цільової функції у компромісному плані від їх оптимальних значень у їх же оптимальних значеннях, що робить всі критерії однаково важливими.

Недоліками цього способу є, по-перше, жорстке співвідношення між значеннями відхилень критеріїв оптимальності, яке значно звужує множину допустимих планів; по-друге, одному значенню деякого критерію може відповідати множина інших, причому таких, за яких оптимальний план з економічного погляду ефективніший; по-третє, відсутня методика об'єктивного визначення коефіцієнтів [17].

Зведення багатокритеріальної задачі до задачі з одним критерієм може також здійснюватися через виділення з вибраного набору показників одного, який вважають найважливішим – F_k і намагаються досягти його максимального значення (якщо необхідно знайти мінімум, то досить змінити знак показника). Всі інші показники (критерії) є другорядними, і на них накладаються обмеження виду: $F_i \geq z_i$, де z_i є нижньою межею значення відповідного показника, або $F \leq z_i$, якщо необхідно, щоб значення показника не перевищувало z_i [2]. Для виробничих задач можна виділити як найважливіший показник ефективності прибуток і, максимізуючи його величину, додатково вводити обмеження щодо рентабельності виробництва не нижче або собівартості не вище певного рівня. Такі обмеження входять до системи початкових умов задачі [20].

Останнім розглянемо так званий «метод послідовних поступок». Всі обрані критерії необхідно ранжувати за спаданням їх важливості: спочатку головний, скажімо F_1 , потім менш важливий F_2 і т. д. Вважатимемо, що необхідно досягти максимального значення за всіма критеріями (якщо необхідно знайти мінімум, то змінюють знак показника). Спочатку розв'язується задача з одним головним критерієм (знаходиться значення $\max F_1$), потім призначають деяку невелику за абсолютним значенням «поступку» ΔF_1 , на яку можна зменшити (змінити) значення критерію $\max F_1$ задля того, щоб досягти більшого (максимального) значення за наступним критерієм F_2 . Величина «поступки» залежить від потрібної точності достовірності та розрахунків початкових даних. Потім до системи початкових обмежень задачі приєднують обмеження, що встановлює рівень можливого відхилення показника: $F_1 \leq (\max F_1 - \Delta F_1)$, і розв'язують нову задачу з критерієм оптимальності F_2 і т.д. У такий спосіб процес розв'язання задачі показує, ціною яких «поступок» досягається бажаний результат [20].

Очевидно, що багатокритеріальні задачі математичного програмування не мають універсального способу розв'язування. Тобто, коректне застосування та вибір будь-якого з наведених способів залишається за суб'єктом прийняття рішень. Завдання математичного програмування полягає в забезпеченні потрібною

кількістю науково обґрунтованої інформації, на підставі якої здійснюється вибір управлінського рішення [25].

Вектором розв'язку $\vec{x} \in S$ називається оптимальним за Парето якщо не існує $\vec{x}' \in S$ такого, що $f_i(\vec{x}') \leq f_i(\vec{x})$ для всіх $i=1, \dots, k$ та $f_i(\vec{x}') < f_i(\vec{x})$ для бодай одного i . Можна позначити множину оптимальних за Парето розв'язків як $P(S)$. Цільовий вектор є оптимальним за Парето, якщо відповідний йому вектор з області визначення також оптимальний за Парето. Оптимальних за Парето множину цільових векторів можна позначити як $P(Z)$ [12].

В області допустимих значень діапазон значень оптимальних за Парето розв'язків дає корисну інформацію про досліджувану задачу, якщо цільові функції обмежено областю визначення. Нижні границі оптимальної за Парето множини представлено в «ідеальному цільовому векторі» $\vec{z} \in R^k$. Його складові z_i отримані шляхом мінімізації кожної цільової функції у межах області визначення [12].

Розглянемо основні проблеми векторної оптимізації.

Проблема 1. Визначення області компромісу.

Визначимо область компромісів або рішень, оптимальних по Парето. У завданнях векторної оптимізації має місце протиріччя між локальними критеріями. Це протиріччя звичайно є нестрогим. Є деяка область згоди X^s , у якій протиріччя немає і якість рішення може бути поліпшене одночасно по всіх локальних критеріях. У той же час є область компромісів X^c , у якій існує протиріччя хоча б з одним із критеріїв. Тут поліпшення якості рішень по одним критеріях викликає погіршення якості інших і вибір будь-якого рішення заснований на компромісі. Отже, область можливих рішень складається із двох непересічних частин

$$X = X^c \cup X^s, X^c \cap X^s = \emptyset \quad (2.8)$$

Оптимальне рішення не повинне належати до області згоди X^s , тому що будь-яке рішення із цієї області може бути поліпшене за всіма критеріями. Виходить, воно обов'язково буде в області компромісів $x^0 \in X^c$ і тільки цією

областю треба обмежити область пошуку оптимального рішення. Отже, виникає проблема 1 – визначення області компромісів, виділення її із всієї області можливих рішень.

Це означає звуження області можливих рішень і перехід до задач векторної оптимізації зі строгим протиріччям критеріїв і нових областей можливих рішень.

Проблема 2. Вибір схеми компромісу.

Пошук оптимального рішення в області компромісу може бути здійснений лише після того, як буде обрана деяка схема компромісу, тобто вказано правило порівняння двох векторів-рішень.

У більшості випадків вибір схеми компромісу приводить векторне завдання до скалярного, дозволяючи мати справу з єдиним критерієм ефективності, а це у свою чергу допускає реалізацію однокритеріальних оптимізаційних обчислювальних схем.

Дана проблема є однією з основних проблем, з якими доводиться зіштовхуватися в процесі пошуку оптимального рішення, оцінюваного за допомогою векторного критерію ефективності.

Проблема 3. Нормалізація критеріїв.

Ця проблема зустрічається тільки в тих задачах, у яких локальні критерії мають різні одиниці виміру.

Розв'язування цієї проблеми полягає в нормалізації критеріїв, тобто у зведенні всіх критеріїв до єдиного, зазвичай до безрозмірного.

Проблема 4. Облік пріоритету критеріїв.

Часто локальні критерії мають різний ступінь важливості, який необхідно враховувати при розв'язуванні задачі. Цей ступінь зазвичай задається у вигляді вектора пріоритетів при постановці завдання.

Необхідно відзначити, що всі названі проблеми носять концептуальний характер, і розв'язування їх може бути здійснене за допомогою різного роду евристичних процедур. Але після розв'язування проблем концептуального характеру виникають проблеми обчислювального характеру, пов'язані з розробкою алгоритму пошуку оптимального рішення.

При побудові багатокритеріальних моделей задач прийняття рішень необхідно враховувати такі положення:

- модель створюється дослідником для структурування та уточнення переваг людини, що приймає рішення, яка безпосередньо бере участь в її розробці;
- модель повинна бути логічно несуперечлива;
- модель повинна містити опис всіх можливих елементів задачі прийняття рішення і властивості цих елементів;
- модель повинна давати змогу використовувати реальну інформацію про задачу, отриману від експертів;
- модель повинна бути достатньо простою і зручною для аналізу і використання.

Є ситуації, коли в моделі декілька цільових функцій конфліктують між собою. В таких ситуаціях часто неможливо знайти єдиний розв'язок, який би оптимізував всі цільові функції. Тому потрібно шукати компромісне рішення, що враховує важливість кожної цільової функції.

Для розв'язку задач лінійного з декількома цільовими функціями розроблено багато методів та підходів, основним завданням яких є зведення вихідної задачі до задачі лінійного програмування з однією цільовою функцією. Розв'язком такої задачі є так званий ефективний (компромісний) розв'язок, оскільки може не існувати розв'язку, який був би оптимальним для всіх часткових цільових функцій вихідної задачі [25].

Для розв'язування задач лінійного програмування з декількома цільовими функціями найчастіше використовують такі методи [4]:

- метод вагових коефіцієнтів;
- метод пріоритетів;
- метод мінімізації загальної поступки.

Ці методи є різними за своєю природою і в загальному випадку дають розв'язки, що не співпадають між собою. Разом з тим не можна стверджувати,

що один з методів є кращим за інші; по суті наведені методи призначені для розв'язування задач з різними перевагами в процесі прийняття рішень.

В методі вагових коефіцієнтів єдина цільова функція формується як зважена сума вихідних цільових функцій. Припустимо, що в моделі є n цільових функцій F_i , з яких k потрібно максимізувати, а інші – мінімізувати. Нехай w_i – додатній ваговий коефіцієнт, який відображає важливість кожної цільової функції, причому $\sum w_i = 1$.

Узагальнена цільова функція записується так [4]:

$$F = w_1 F_1 + w_2 F_2 + \dots + w_k F_k - w_{k+1} F_{k+1} - w_{k+2} F_{k+2} - \dots - w_n F_n \rightarrow \max \quad (2.9)$$

$$F = -w_1 F_1 - w_2 F_2 - \dots - w_k F_k + w_{k+1} F_{k+1} + w_{k+2} F_{k+2} + \dots + w_n F_n \rightarrow \min \quad (2.10)$$

Встановлення важливості кожної цільової функції є дуже суб'єктивним. В даний час розроблено методи, які зменшують суб'єктивний фактор при визначенні вагових коефіцієнтів [4].

В методі пріоритетів цільовим функціям F_i вихідної задачі присвоюється ранг, який вказує на важливість цільової функції. В методі пріоритетів по чергово розв'язуються задачі з однією цільовою функцією, починаючи з функції з найбільшим пріоритетом, і завершуючи функцією, пріоритет якої найнижчий. В процесі розв'язування послідовних задач розв'язок задачі, що має нижчий пріоритет, може погіршити отримане раніше значення задач з цільовою функцією з вищим пріоритетом лише на заздалегідь встановлену величину δ_i . Тобто, на будь-якому етапі i при розв'язку задачі лінійного програмування з'являється $(i-1)$ додаткових обмежень [20]:

$$\begin{cases} F_1(x_1, \dots, x_n) \geq m_1 - \delta_1; \\ F_k(x_1, \dots, x_n) \geq m_k - \delta_k; \\ F_{k+1}(x_1, \dots, x_n) \leq m_{k+1} + \delta_{k+1}; \\ F_{i-1}(x_1, \dots, x_n) \leq m_{i-1} + \delta_{i-1}, \end{cases} \quad (2.11)$$

де m_j – відповідно максимальне (для $j < k$) та мінімальне (для $k < j < i$) значення цільової функції F_j , знайдене на етапі $j, j < 1$.

В методі мінімізації загальної поступки розв'язуються n задач лінійного програмування з кожною цільовою функцією та визначаються оптимальні значення кожної цільової функції. Потім вводиться загальна відносна поступка z , задаються коефіцієнти цільових функцій g_i та формулюється задача мінімізації поступки z за обмежень [20]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i; \\ x_j \geq 0, \quad j = 1..n; \\ z > 0 \\ F_1(x_1, \dots, x_n) \geq m_1 - g_1 z; \\ F_k(x_1, \dots, x_n) \geq m_k - g_k z; \\ F_{k+1}(x_1, \dots, x_n) \geq m_{k+1} + g_{k+1} z; \\ F_n(x_1, \dots, x_n) \leq m_n + g_n z, \end{array} \right. \quad (2.12)$$

В наведеній моделі замість параметрів g_i можна використовувати знайдені оптимальні значення m_i [20].

При спробі вирішити багатокритеріальну задачу планування безпосередньо слід мати на увазі, що її цільова функція при формальній оптимізації математичними методами є не скаляром, а вектором і завдання по суті зводиться до векторної оптимізації номенклатури та асортименту майбутньої виробничої програми. В зв'язку з цим особливий інтерес викликають методи векторної оптимізації, що розробляються в теорії прийняття рішень при наявності декількох локальних критеріїв [25].

Доведено, що багатокритеріальні задачі математичного програмування не мають універсального способу розв'язування. Отже, вибір та коректне застосування будь-кого з відомих в літературі способів, які забезпечують отримання наближеного до оптимального варіанту рішення, залишається за

суб'єктом управління. Завдання математичного програмування полягає в забезпеченні потрібної кількості науково обґрунтованої інформації, на підставі якої здійснюється максимально обґрунтований вибір майбутнього плану виробництва [17].

Висновки до розділу 2

Задача багатокритеріальної оптимізації полягає у пошуку вектора цільових змінних, який оптимізує векторну функцію та задовільняє накладеним обмеженням, елементи якої відповідають цільовим функціям. Дані функції утворюють математичне описання критерію задовільності та, зазвичай, взаємно конфліктують. Розв'язати багатокритеріальну задачу означає знайти такий розв'язок, за якого значення цільових функцій були б прийнятними для постановника задачі.

Для розв'язування задач лінійного програмування з декількома цільовими функціями найчастіше використовують метод вагових коефіцієнтів, метод пріоритетів та метод мінімізації загальної поступки.

Ці методи є різними за своєю природою і в загальному випадку дають розв'язки, що не співпадають між собою. Разом з тим не можна стверджувати, що один з методів є кращим за інші; по суті наведені методи призначені для розв'язування задач з різними перевагами в процесі прийняття рішень.

РОЗДІЛ 3

ПОШУК КОМПРОМІСНИХ РІШЕНЬ В ОПТИМІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Загальна характеристика та аналіз діяльності ДП «Глобинеагропродукт».

«Глобинеагропродукт» що є дочірнім підприємством товариства з обмеженою відповідальністю «Екоенергосвіт» зареєстроване Глобинською районною державною адміністрацією Полтавської області на підставі розпорядження №356 від 19 травня 2003р.

В своїй діяльності підприємство керується законодавством України, міжнародними договорами та статутом. Місце знаходження підприємства – Полтавська обл, м. Глобине, вул. К.Маркса, 201-А.

Підприємство є юридичною особою за законодавством України з недержавною формою власності. Права юридичної особи підприємство набуває з моменту реєстрації його в державних органах реєстрації. Підприємство має власне майно, від свого імені набуває майнові та особисті немайнові права і несе обов'язки, має самостійний баланс, розрахунковий та інші рахунки в тому числі і валютний в банках також має печатку з власним найменування, відповідні штампи і бланки.

Підприємство самостійно відповідає по своїм зобов'язанням всім майном, на яке у відповідності до чинного законодавства може бути накладене стягнення. Підприємство не відповідає по зобов'язаннях свого засновника. Засновник підприємства несе відповідальність по зобов'язанням підприємства в межах свого вкладу до статутного фонду підприємства. Підприємство може виступати засновником інших суб'єктів господарської діяльності, а також створювати філії, представництва та інші відокремлені і невідокремлені підрозділи на території України, так і за її межами. ДП «Глобинеагропродукт» на добровільних засадах має право входити до складу різних спілок, союзів, асоціацій, корпорацій,

консорціумів, концернів та інших об'єднань згідно з чинним законодавством. Це підприємство самостійно здійснює зовнішньоекономічну діяльність, експортно-імпорتنі операції, інші зовнішньоекономічні операції, а також користується повним обсягом прав суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності відповідно до законодавства. ДП «Глобинеагропродукт» має право укласти угоди, в тому числі договори по відчуженню власного майна. Передавати власне майно в користування, в заставу та заклад, набувати майно будь-яким законним способом, брати кредити в установах банків, брати позики та укласти відповідні угоди.

Підприємство створюється з метою отримання прибутку і формування та подальшого розвитку ринкових відносин у сфері виробництва, торгівлі, сервісу, будівництва, фінансових та інших послуг. Відповідно до Закону України «Про підприємство в Україні», «Про господарські товариства», Закон України «Про зовнішньоекономічну діяльність», Закон України «Про інвестиційну діяльність» та іншого законодавства України підприємство займається підприємницькою діяльністю дотримуючись вимог законодавства. Предметом діяльності підприємства є : виробництво, переробка, закупівля і реалізація продукції виробничо-технічного призначення, товарів народного споживання, сільськогосподарської та харчової продукції. Також вирощування зернових, технічних та інших культур, овочівництво, декоративне садівництво, тваринництво.

Вищим органом управління підприємством є збори учасників засновника. Вони складаються з учасників засновника або призначених ними представників. Свою роботу збори учасників здійснюють у відповідності до положень установчих документів засновника. Рішення зборів учасників засновника є обов'язковим для підприємства. Рішення зборів учасників засновника є обов'язковим для підприємства.

Дані про діяльність ДП «Глобинеагропродукт» у галузі вирощування зернових культур у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Показники урожайності ДП «Глобинеагропродукт» у 2018 році

Культура	Площа посіву, га	Зібрано, ц
Пшениця	82,21	2566
Ячмінь	146,48	2600
Кукурудза	579,71	60180
Соняшник	338,8	7521
Соя	244,19	3243

Розширені показники діяльності ДП «Глобинеагропродукт» у 2019 році, які включають вирощування та реалізацію вирощених зернових культур, представлені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2.

Показники діяльності ДП «Глобинеагропродукт» у 2019 році

Культура	Площа посіву, га	Зібрано, ц	Собівартість, тис. грн.				Реалізовано		
			Загальна собівартість	Насіння	Добрива	Нафто-продукти	Маса, ц	Собівартість, тис. грн.	Прибуток, тис. грн.
Пшениця	96	1773	451	60	76	44	1815	468	195,8
Ячмінь	56	970	239	28	42	23	1319	313	148,1
Кукурудза	596	19480	3515	719	736	263	44016	4220,4	5638,3
Соняшник	305	6016	1537	219	277	133	12076	2263,5	4403,4
Соя	236	4420	1100	108	102	149	7078	1664,1	2620,5

Використовуючи дані з таблиці 3.2, розрахуємо питомі витрати на вирощування зернових культур у розрахунку на 1 ц врожаю за кожною з сільськогосподарських культур (табл. 3.3), а також урожайність зернових культур у 2019 році, питому собівартість виробництва, питому собівартість реалізації і питомий прибуток від реалізації зернових культур у розрахунку на 1 ц (табл. 3.4).

Таблиця 3.3.

Питомі витрати вирощування зернових культур

Культура	Питомі витрати		
	насіння	добрива	нафтопродукти
Пшениця	0,625	0,791666667	0,458333333
Ячмінь	0,5	0,75	0,410714286
Кукурудза	1,206375839	1,234899329	0,441275168
Соняшник	0,718032787	0,908196721	0,436065574
Соя	0,457627119	0,43220339	0,631355932

Таблиця 3.4.

Урожайність, питомі собівартості та прибуток зернових культур

Культура	Урожайність	Питома собівартість виробництва	Питома собівартість реалізації	Питомий прибуток
Пшениця	18,46875	0,254371122	0,25785124	0,107879
Ячмінь	17,32142857	0,246391753	0,237300986	0,112282
Кукурудза	32,68456376	0,180441478	0,095883315	0,128097
Соняшник	19,72459016	0,255485372	0,187437893	0,364641
Соя	18,72881356	0,248868778	0,235108788	0,370232

У якості прогнозних цін реалізації майбутнього врожаю візьмемо середні значення цін на реалізацію основних зернових культур за даними компанії «Зернопром» – одного з лідерів, що займається закупівлею та продажем зерна на ринку України (табл. 3.5).

Таблиця 3.5.

Середні ціни на реалізацію зернових культур на ринку України у 2019 році

Культура	Ціна на ринку за 1 ц
Пшениця	491
Ячмінь	416
Кукурудза	386
Соняшник	875
Соя	885

3.2. Багатокритеріальна задача планування посівних площ

ДП «Глобинеагропродукт» вивчає питання планування обсягів посівних площ загальною площею 1200 га. У таблиці 3.6 представлені характеристики різних типів рослинних культур, які планує до посіву і наступного продажу агропромислове підприємство.

Таблиця 3.5

Типи типів рослинних культур для посіву

Вид агрокультури	Рентабельність продажу, %	Імовірність непродажу продукції	Витрати на рекламу продажу, %
Пшениця	24	0,10	5
Ячмінь	0,230	0,07	4
Кукурудза	0,220	0,03	4
Соняшник	0,225	0,05	2
Соя	0,200	0,02	1

Конкурентна ситуація на ринку рослинництва змушує агрофірму не менше 20% посівних площ відвести під пшеницю та ячмінь, причому на пшеницю повинно бути виділено не менше 15% посівних площ. Для сприяння розвитку рослинництва у регіоні агрофірма планує вкласти у вирощення кукурудзи не менше 50% від загального врожаю пшениці, ячміню та кукурудзи. Підприємство також підтримує політику, що вказує, що загальний відносний показник непроданої продукції не повинен перевищувати 4%.

Керівництво ДП «Глобинеагропродукт» хотіло б оптимізувати розподіл посівних площ, отримавши максимальний прибуток від реалізації продукції рослинництва і при цьому витративши мінімально можливу кількість коштів на рекламну компанію готової продукції.

Подвійна мета, яку ставить перед дослідником керівництво ДП «Глобинеагропродукт», приводить до багатокритеріальної задачі, яка містить критерії оптимізації прибутку та фінансових витрат на рекламну кампанію.

Позначимо через x_1 – обсяг посівної площі під пшеницю, через x_2 – площа полів, що відводиться під ячмінь, x_3 – площа посіву кукурудзи, x_4 – площа, що засіяна соняшником, x_5 – площа посівів для сої.

Оскільки за умовою задачі імовірність непродажу продукції повинна відраховуватися з прибутку, то маємо, що прибуток агрофірми від продажу пшениці становитиме

$$(0.24 - 0.1)x_1 = 0.14x_1 \text{ млн. грн.} \quad (3.1)$$

Аналогічно, отримуємо математичне вираження прибутку для інших видів рослинництва. Цільова функція максимізації прибутку агрофірми матиме вигляд

$$Z = (0.24 - 0.1)x_1 + (0.23 - 0.07)x_2 + (0.22 - 0.03)x_3 + (0.225 - 0.05)x_4 + (0.2 - 0.02)x_5 = 0.14x_1 + 0.16x_2 + 0.19x_3 + 0.1752x_4 + 0.18x_5 \rightarrow \max \quad (3.2)$$

Витрати на рекламну кампанію залежать від запланованих площ посіву. Цільова функція мінімізації витрат на рекламу матиме вигляд:

$$R = 0.05x_1 + 0.04x_2 + 0.04x_3 + 0.02x_4 + 0.01x_5 \rightarrow \min \quad (3.3)$$

Сформуємо обмеження задачі. Перше обмеження лімітує загальний обсяг посівних площ у 1200 га:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1200 \quad (3.4)$$

Вирощення пшениці повинно відбуватися на площі, не меншій ніж 15% всіх посівних площ, звідки випливає обмеження:

$$x_1 \geq 180 \quad (3.5)$$

Умова щодо мінімального рівня площ посіву пшениці та ячміню виражається обмеженням:

$$x_1 + x_2 \geq 240$$

Площі, зайнята під вирощування кукурудзи повинна складати не менше половини площі, введеної для пшениці, ячміню та кукурудзи. Маємо обмеження:

$$x_3 \geq 0.5(x_1 + x_2 + x_3) \text{ або } 0.5x_1 + 0.5x_2 - 0.5x_3 \leq 0 \quad (3.6)$$

Загальний відносний показник непроданої продукції не повинен перевищувати 4%. Таким чином це обмеження буде записане у вигляді:

$$(0.1 - 0.04)x_1 + (0.07 - 0.04)x_2 + (0.03 - 0.04)x_3 + (0.05 - 0.04)x_4 + (0.02 - 0.04)x_5 = 0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0 \quad (3.7)$$

До визначених обмежень також потрібно додати умови невід'ємності усіх п'яти змінних.

Таким чином математична постановка задачі має вигляд:

$$Z = 0.14x_1 + 0.16x_2 + 0.19x_3 + 0.1752x_4 + 0.18x_5 \rightarrow \max \quad (3.8)$$

$$R = 0.05x_1 + 0.04x_2 + 0.04x_3 + 0.02x_4 + 0.01x_5 \rightarrow \min \quad (3.9)$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1200 \\ x_1 \geq 180 \\ x_1 + x_2 \geq 240 \\ 0.5x_1 + 0.5x_2 - 0.5x_3 \leq 0 \\ 0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0 \end{cases} \quad (3.10)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0 \quad (3.11)$$

3.3. Розв'язування багатокритеріальної задачі методом пріоритетів

Як вже зазначалося у розділі 2 випускної кваліфікаційної роботи існує значна кількість методів пошуку розв'язку задач з багатьма цільовими критеріями. Одним з найбільш ефективних є метод пріоритетів, який дозволяє розбити багатокритеріальну задачу на етапи.

У множині Парето немає жодної точки оптимуму. У точному значенні вибір може бути оцінений тільки у подвійному вимірі, тобто він може бути тільки або задовільним, або ні. Отже, «найкращий вибір» є неможливим у принципі. Виходячи з цього розроблено концепцію системної оптимізації, метою якої є пошук не «найкращого», а «доброго» (задовільного, обґрунтованого, раціонального, розумного) рішення за рахунок складання кінцевого списку істотних факторів оптимізації, їх вимірювання, встановлення обмежень екстремізації критеріїв та формування системи взаємозалежних відносин. Метод пріоритетів дозволяє максимально покращити раціональне рішення задачі. Це відбувається за рахунок того, що людина що приймає рішення має змогу розставити пріоритети цілям виходячи із власних розумінь ситуації, що склалась. При цьому оптимізація означає покращення одних показників за умов, що інші не погіршуються.

Наприклад, перед експертом стоїть задача оптимізації виготовлення певних груп товарів, збільшення їх якості та зменшення витрат на виготовлення і розповсюдження. Він робить оцінку ринку, прогнозує для яких товарів настануть більш сприятливі умови для продажу, виходячи з потреб населення, з економічної ситуації в країні та інше. На основі цих даних експерт ставить пріоритети цілям і згідно них отримує оптимальний розв'язок. Через певний час змінюється економічний стан, з'являються конкуруючі товари, відповідно змінюються пріоритети – одна група товарів стає більш потрібною, інша для конкурентоспроможності вимагає більшої якості. Експерт ставить цілям нові пріоритети і отримує інше необхідне оптимальне рішення.

Отже доцільність розгляду методу пріоритетів виражається в таких перевагах, як:

- метод є досить гнучким до вимог поставленої задачі багатокритеріальної оптимізації, тобто на виході може давати різні оптимальні значення однієї постановки задачі;
- людина, що приймає рішення бере безпосередню участь в процесі прийняття оптимального рішення задачі.

У методі пріоритетів [3] n частинних цільових функцій ранжуються в порядку їхньої важливості так, як їх оцінює фахівець із прийняття рішень, тобто

мінімізувати $G_1 = p_1$ (найвищий пріоритет),

...

мінімізувати $G_n = p_n$ (найнижчий пріоритет).

Змінні p_i – це компоненти відхиляючих змінних, тобто s_i^+ або s_i^- , які визначають i -ту цільову функцію.

У методі пріоритетів по черзі вирішуються задачі з однією цільовою функцією, починаючи із задачі із цільовою функцією G_1 , що має найвищий пріоритет, і закінчуючи задачею із цільовою функцією G_n , що має найменший пріоритет. У процесі розв'язування послідовних задач розв'язок задачі із цільовою функцією, що має більш низький пріоритет, не може погіршити отримані раніше розв'язки задач із цільовою функцією, що має більш високий пріоритет. Це означає, що якщо $z(G_i)$ – оптимальне значення цільової функції G_i , то для всіх $i \geq 1$ оптимізація будь-якої цільової функції G_j ($j > i$) з меншим пріоритетом не може погіршити значення $z(G_i)$.

Існує «спеціальний» симплекс-метод, що гарантує не погіршення розв'язку задач із цільовими функціями більше високого пріоритету. Цей метод використовує правило виключення стовпців, що застосовується для видалення з оптимальної симплекс-таблиці завдання із цільовою функцією G_k небазисної змінної x_j , $c_j - c_j \neq 0$ до початку розв'язку задачі із цільовою функцією G_{k+1} . Це

правило розпізнає, що небазисна змінна x_j , якщо вона одержить ненульове значення, може погіршити (але ніколи не поліпшить) оптимальне значення завдання із цільовою функцією, що має більше високий пріоритет.

Цей метод симплекс-таблиць вимагає більш складних обчислень, ніж це необхідно насправді. Такого ж результату можна досягти більш простим способом.

Розглянемо алгоритм оптимізації багатокритеріальної задачі методом пріоритетів:

1. Визначаємо частинні цільові функції задачі й ранжуємо їх у порядку пріоритетів: $G_1 = p_1 \succ G_2 = p_2 \succ \dots \succ G_n = p_n$. Покладемо $i = 1$.
2. Вирішуємо i -ту задачу лінійного програмування із цільовою функцією G_i . Позначимо через p_i^* отримане оптимальне значення відхиляючої змінної p_i .
3. Якщо $i = n$, то переходимо до пункту 5.
4. Уводимо в завдання нове обмеження $p_i = p_i^*$, тоді значення p_i не зможе змінитися при розв'язку наступних задач. Покладемо $i = i + 1$ й переходимо до пункту 2.
5. Обчислення закінчуються, оскільки вирішена остання n -та задача.

Згідно з методом пріоритетів потрібно визначити головну мету у пошуку компромісного рішення. Не зважаючи на важливість мінімізації витрат на рекламу, очевидно, що основною метою агропромислового підприємства є отримання максимального прибутку. Таким чином, цільова функція (3.2) має більший пріоритет і повинна бути включена до першого етапу розв'язування багатокритеріальної задачі. Перша задача матиме наступну модель:

$$Z = 0.14x_1 + 0.16x_2 + 0.19x_3 + 0.1752x_4 + 0.18x_5 \rightarrow \max \quad (3.12)$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1200 \\ x_1 \geq 180 \\ x_1 + x_2 \geq 240 \\ 0.5x_1 + 0.5x_2 - 0.5x_3 \leq 0 \\ 0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0 \end{cases} \quad (3.13)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0 \quad (3.14)$$

На рис. 3.1 представлено розв'язок задачі максимізації прибутку у середовищі Microsoft Excel, а на рис. 3.2 – відповідні налаштування надбудови «Поиск решения».

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Вид агрокультури	Рентабельність продажу	Імовірність непродажу продукції	Витрати на рекламу продажу						
2	Пшениця	0.24	0.1	0.05		1200	<=	1200	обмеження на обсяг посівних площ (1200 га)	
3	Ячмінь	0.23	0.07	0.04		240	>=	240	обсяг площ посіву пшениці та ячміню - не менше 20%	
4	Кукурудза	0.22	0.03	0.04		-210	<=	0	площа кукурудзи >=50% площі для пшениці, ячміню та кукурудзи	
5	Соняшник	0.225	0.05	0.02		0	<=	0	показник непроданої продукції - не більше 4%	
6	Соя	0.2	0.02	0.01		180	>=	180	обсяг площі посіву пшениці - не менше 15%	
7										
8		Оптимальні обсяги посівних площ								
9		x1	x2	x3	x4	x5		Прибуток		
10		180	60	660	0	300	F=	214.20		
11										
12		18	6	66	0	30				
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19		Максимізація прибутку без урахування витрат на рекламу								
20										

Рис. 3.1. Розв'язування задачі максимізації прибутку в середовищі Microsoft Excel

Рис. 3.2. Параметры надбудови «Поиск решения» в середовищі Microsoft Excel для задачі максимізації прибутку

У таблиці 3.7 представлено розв'язок одноцільової задачі максимізації прибутку.

Таблиця 3.7

Розв'язок задачі максимізації прибутку ДП «Глобинеагропродукт» від реалізації продукції рослинництва

Вид агрокультури	Площа посіву, га
Пшениця	180
Ячмінь	60
Кукурудза	660
Соняшник	0
Соя	300

Загальний обсяг площ усіх агрокультур становить 1200 га, що свідчить про повне використання виділених посівних площ. Максимальний прибуток агрофірми складає 214,2 млн. грн.

Розглянемо задачу мінімізації витрат на рекламну кампанію вирощеної та реалізованої продукції ДП «Глобинеагропродукт».

Дана задача розв'язується з метою порівняння розв'язків однокритеріальних задач з різними цільовими функціями. Задача мінімізації рекламних витрат матиме наступну модель:

$$R = 0.05x_1 + 0.04x_2 + 0.04x_3 + 0.02x_4 + 0.01x_5 \rightarrow \min . \quad (3.15)$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1200 \\ x_1 \geq 180 \\ x_1 + x_2 \geq 240 \\ 0.5x_1 + 0.5x_2 - 0.5x_3 \leq 0 \\ 0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0. \end{cases} \quad (3.16)$$

(3.17)

На рис. 3.5 представлено розв'язок задачі мінімізації витрат на рекламу у середовищі Microsoft Excel, а на рис. 3.6 – відповідні налаштування надбудови «Поиск решения».

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Вид агрокультури	Рентабельність продажу	Імовірність непродажу продукції	Витрати на рекламу продажу													
2	Пшениця	0.24	0.1	0.05			990 <=	1200	обмеження на обсяг посівних площ (1200 га)								
3	Ячмінь	0.23	0.07	0.04			240 >=	240	обсяг площ посіву пшениці та ячміню - не менше 20%								
4	Кукурудза	0.22	0.03	0.04			0 <=	0	площа кукурудзи >=50% площі для пшениці, ячміню та кукурудзи								
5	Соняшник	0.225	0.05	0.02			0 <=	0	показник непроданої продукції - не більше 4%								
6	Соя	0.2	0.02	0.01			180 >=	180	обсяг площі посіву пшениці - не менше 15%								
7																	
8		Оптимальні обсяги посівних площ															
9		x1	x2	x3	x4	x5	Прибуток	Витрати на рекламу									
10		180	60	240	0	510	F=	172.20	R= 26.1								
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20		Мінімізація витрат на рекламу без урахування максимізації прибутку															

Рис. 3.5. Розв'язування задачі мінімізації витрат на рекламу

в середовищі Microsoft Excel

Рис. 3.6. Параметры надбудови «Поиск решения» в середовищі Microsoft Excel для задачі мінімізації витрат на рекламу

У таблиці 3.8 представлено розв'язок одноцільової задачі мінімізації витрат на рекламу.

Таблиця 3.8

Розв'язок задачі мінімізації витрат на рекламу

Вид агрокультури	Площа посіву, га
Пшениця	180
Ячмінь	60
Кукурудза	660
Соняшник	0

Соєа	300
------	-----

Загальний обсяг усіх площ складає 990 га, що свідчить про неповне використання посівних площ і залишок у 210 га. Мінімальна вартість рекламних послуг становить 26,1 млн. грн. При цьому прибуток фірми складає 172,2 млн. грн., що на 42 млн. грн. менше ніж в першій задачі максимізації прибутку без урахування витрат на рекламу.

Нарешті, розглянемо задачу мінімізації витрат на рекламу з урахуванням максимізації прибутку.

На другому етапі розв'язування багатокритеріальної задачі (3.8)–(3.11) оптимізується функція (3.9) і до системи (3.10) додається обмеження

$$0.14x_1 + 0.16x_2 + 0.19x_3 + 0.1752x_4 + 0.18x_5 \geq 214.2, \quad (3.18)$$

яке забороняє зменшувати отримане на першому етапі оптимальне значення пріоритетної цільової функції (3.8).

Таким чином задачу мінімізації рекламних витрат з урахуванням максимізації прибутку банку характеризує наступна модель:

$$R = 0.05x_1 + 0.04x_2 + 0.04x_3 + 0.02x_4 + 0.01x_5 \rightarrow \min \quad (3.19)$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1200 \\ x_1 \geq 180 \\ x_1 + x_2 \geq 240 \\ 0.5x_1 + 0.5x_2 - 0.5x_3 \leq 0 \\ 0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0 \\ 0.14x_1 + 0.16x_2 + 0.19x_3 + 0.1752x_4 + 0.18x_5 \geq 214.2 \end{cases} \quad (3.20)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0. \quad (3.21)$$

На рис. 3.9 представлено розв'язок у середовищі Microsoft Excel задачі мінімізації витрат на рекламу з урахуванням критерію максимізації прибутку від

виращення та продажу продукції рослинництва, а на рис. 3.10 – відповідні налаштування надбудови «Поиск решения».

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Вид агрокультури	Рентабельність продажу	Імовірність продажу продукції	Витрати на рекламу продажу													
2	Пшениця	0.24	0.1	0.05			1200	<=	1200	обмеження на обсяг посівних площ (1200 га)							
3	Ячмінь	0.23	0.07	0.04			240	>=	240	обсяг площ посіву пшениці та ячміню - не менше 20%							
4	Кукурудза	0.22	0.03	0.04			-210	<=	0	площа кукурудзи >=50% площі для пшениці, ячміню та кукурудзи							
5	Соняшник	0.225	0.05	0.02			0	<=	0	показник непроданої продукції - не більше 4%							
6	Соя	0.2	0.02	0.01			180	>=	180	обсяг площі посіву пшениці - не менше 15%							
7																	
8		Оптимальні обсяги кредитів															
9		x1	x2	x3	x4	x5		Прибуток		Витрати на рекламу							
10		180	60	660	0	300	F=	214.20		R=	40.8						
11																	
12							214.20	>=	214.2								
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20		Мінімізація витрат на рекламу з урахуванням максимізації прибутку															

Рис. 3.9. Розв'язування задачі мінімізації витрат на рекламу з урахуванням максимізації прибутку в середовищі Microsoft Excel

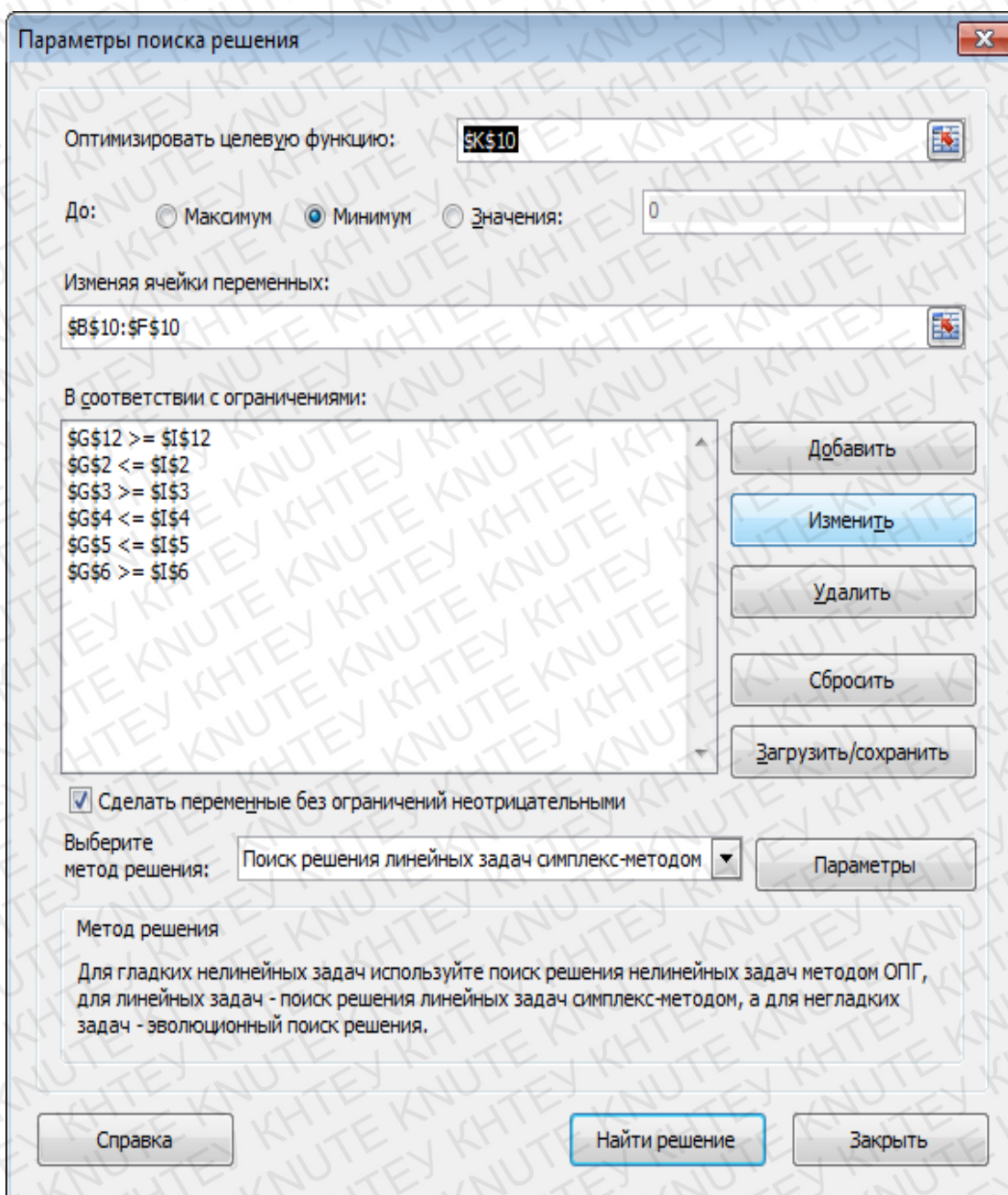


Рис. 3.10. Параметры надбудови «Поиск решения» в середовищі Microsoft Excel для задачі мінімізації витрат на рекламу з урахуванням максимізації прибутку

У таблиці 3.4 представлено розв’язок двохкритеріальної задачі мінімізації витрат на рекламу з урахуванням максимізації прибутку. Загальний обсяг усіх посівних площ складає 1200 га, що свідчить про їх повне використання. Максимальний прибуток ДП «Глобинеагропродукт» складає 214,2 млн. грн. При цьому оптимальні витрати на проведення рекламної компанії складають 40,8 млн. грн.

Розв’язок задачі мінімізації витрат на рекламу з урахуванням максимізації прибутку агропромислового підприємства

Вид агрокультури	Площа посіву, га
Пшениця	180
Ячмінь	60
Кукурудза	660
Соняшник	0
Соя	300

Порівнюючи розв’язок задачі (3.19)–(3.21) із розв’язком задачі (3.15)–(3.17) треба відзначити збільшення витрат на рекламу, однак при цьому прибуток ДП «Глобинеагропродукт» як пріоритетний критерій оптимізації залишається на максимально можливому рівні і становить 214,2 млн. грн.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі досліджена багатокритеріальна задача оптимізації діяльності виробничого агропромислового підприємства, яка включає в себе два критерії: максимізацію прибутку агрофірми від продажу вирощеної продукції та мінімізацію витрат на рекламну кампанію підприємства в області агрополітики [5, 6, 14, 16, 18, 27].

Для розв’язування задачі використано метод пріоритетів, доцільність якого виражається в таких перевагах як достатня гнучкість до вимог поставленої задачі багатокритеріальної оптимізації (на виході може давати різні оптимальні значення однієї постановки задачі) та безпосередня участь людини, що приймає рішення в процесі прийняття оптимального рішення задачі.

Здійснено програмну реалізацію методу пріоритетів для задачі максимізації прибутку агрофірми з мінімізацією витрат на рекламну кампанію в середовищі Microsoft Excel.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У випускній кваліфікаційній роботі досліджено теоретичні основи та практичний пошук компромісних рішень в задачах управління діяльністю агропромислового підприємства.

1. Вивчено теоретичні основи прийняття компромісних рішень в економіці.

В першому розділі випускної кваліфікаційної роботи було дано основні визначення та поняття, пов'язані з прийняттям рішень за багатьма критеріями, а саме: прийняття рішень, випадки використання компромісних рішень, оптимум Парето, ефективність за Парето, багатокритеріальна оптимізація.

2. Проаналізовано основні методи розв'язування багатокритеріальних оптимізаційних задач, а саме:

- метод вагових коефіцієнтів;
- метод пріоритетів;
- метод мінімізації загальної поступки.

Ці методи є різними за своєю природою і в загальному випадку дають розв'язки, що не співпадають між собою. Разом з тим не можна стверджувати, що один з методів є кращим за інші; по суті наведені методи призначені для розв'язування задач з різними перевагами в процесі прийняття рішень.

3. Досліджено діяльність виробничого агропромислового підприємства ДП «Глобинеагропродукт»

Дослідженню та проаналізовано діяльність агрофірми на ринку вирощення та реалізації продукції рослинництва в Україні, визначенні проблеми, які перешкоджали ефективному його розвитку та можливі шляхи їх вирішення.

4. Виявлено основні проблеми розвитку сегменту ринку рослинництва в Україні.

Україна має потужний потенціал розвитку сільського господарства. Проте неефективні методи використання ресурсів стають на заваді виходу нашої країни в лідери світової аграрної економіки.

Актуальність зазначених проблем в ринкових умовах господарювання вимагає від суб'єктів підприємницької діяльності в галузі аграрного сектору новітніх підходів до планування виробництва.

5. Визначено шляхи вирішення існуючих проблем аграрної політики ДП «Глобинеагропродукт».

Для вирішення поставленої задачі запропонована багатокритеріальна модель оптимізації посівних площ для зернових культур, яка включає в себе критерії максимізацію прибутку діяльності підприємства та мінімізації витрат на рекламну кампанію агрофірми.

6. Здійснено програмну реалізацію знаходження компромісного рішення при виборі оптимальної стратегії діяльності банку в галузі кредитування.

Основним інструментом дослідження є математична модель, яка являє собою математичний опис процесу, об'єкту або явища, а також процес розв'язання задачі за допомогою середовища Microsoft Excel.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень: Навч.пос. – Київ: ННК «ПСА» НТУУ «КПІ», 2010. – 340 с.
2. Бутко М.П., Бутко І.М., Мащенко В.П. та ін. Теорія прийняття рішень. Навч. посіб. За заг. ред. Бутка М. П. – К. : Центр учбової літератури, 2015. – 360 с.
3. Васильєв О. Б., Васильєва Н. С., Кічмаренко О. Д. Методи розв'язування задач багатокритеріальної оптимізації: методичні вказівки та завдання до самостійної роботи для студентів IV курсу денної форми навчання напрямів підготовки 6.040301 Прикладна математика та 6.040201 Математика / О. Б. Васильєв, Н. С. Васильєва, О. Д. Кічмаренко. – Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2017. – 48 с.
4. Вибрані розділи багатокритеріальної оптимізації: методичні рекомендації до виконання контрольних та лабораторних робіт для студентів математичного факультету / Розробник: Н.Е. Кондрук – Ужгород: УжНУ, 2015. – 56 с.
5. Виганяйло С. М. Особливості планування діяльності підприємств в умовах невизначеності / С. М. Виганяйло // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Економіка і менеджмент. - 2014. - Вип. 5. - С. 74-77.
6. Вигівська Ю. І., Шикова О. М. Моделювання діяльності підприємств агропромислового комплексу // Ю. І. Вигівська, О. М. Шикова // Агросвіт. – 2011. – №16. – С. 6-9.
7. Вітлінський В. В. Еволюційне моделювання в процесах прийняття рішень / В. В. Вітлінський, В. І. Скілько // Актуальні проблеми економіки. - 2013. - № 1. - С. 187-201.
8. Герасимчук Н. А. Економічні і фінансові ризики: навчальний посібник / Н. А. Герасимчук, Т. В. Мірзоева, О. А. Томашевська ; НУБіП України. - Київ : Компринт, 2015. - 288 с.
9. Глущенко М. М. Методи розв'язку багатокритеріальної задачі оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності / М. М. Глущенко // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України

- : зб. наук. пр. / ДУ "Інститут регіональних досліджень ім. М. І. Долішнього НАН України" ; відп. ред. В. С. Кравців. – Львів, 2015. – Вип. 2(112). – С. 23-27.
10. Гончаренко Т.П. Сучасний погляд на прийняття стратегічних управлінських рішень із координації науково-технічної діяльності промислового підприємства/Т.П. Гончаренко [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dspace.uabs.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2560/1/5.pdf>.
11. Гридчук І. А. Прийняття інвестиційних рішень в умовах багатокритеріальної невизначеності: теоретичний аспект / І. А. Гридчук. // Ефективна економіка. - 2011. - № 5. [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2011_5_22.
12. Громко Л. С. Метод знаходження парето-оптимальних розв'язків багатокритеріальних оптимізаційних задач / Л. С. Громко, С. І. Пустюльга, Ю. В. Клак // Наукові нотатки. - 2015. - Вип. 48. - С. 72-77.
13. Грудзевич Ю. Оптимізація діяльності підприємства щодо вибору ефективного способу запровадження інновацій за допомогою побудови багатокритеріальної задачі / Ю. Грудзевич // Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. - 2017. - № 1. - С. 65-71.
14. Добіжа Н. В. Відтворення матеріально-технічної бази – основа зростання сільськогосподарського виробництва / Н. В. Добіжа // Економіка АПК. – 2008. – №4. – С. 78-83.
15. Камінський О. Є. Багатокритеріальна оптимізація вибору провайдерів хмарних сервісів / О. Є. Камінський // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Серія : Економічні науки. - 2018. - № 1. - С. 88-94.
16. Кісіль М. Ю. Особливості використання методів економіко-математичного моделювання в стратегічному менеджменті сільськогосподарських підприємств / М. Ю. Кісіль // Ефективна економіка (електронне фахове видання). – 2010. – №11.
17. Клименко С.М., Дубова О.С. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків. – К.: КНЕУ, 2005. – 252 с.

18. Климко О. Г., Федченко Н. П. Застосування економіко-математичного моделювання до рівня врожайності сільськогосподарських культур / О. Г. Климко, Н. П. Федченко // Економіка і регіон. – 2015. – №3(52). – С. 127-132.
19. Ковальчук В. М. Особливості розв'язання багатокритеріальних задач прийняття рішень у нечіткому середовищі / В. М. Ковальчук // Наукові записки [Національного університету "Острозька академія"]. Сер. : Економіка. - 2010. - Вип. 14. - С. 447-456.
20. Колечкіна Л.М. Властивості задач багатокритеріальної оптимізації на комбінаторних множинах та методи їх розв'язання: Монографія. – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2008. – 162 с.
21. Коцюба О. С. Оптимізація інвестиційного рішення в умовах невизначеності та ризику як багатокритеріальна задача / О. С. Коцюба // Бізнес Інформ. - 2017. - № 10. - С. 178-182.
22. Куперман В. В. Методи багатокритеріальної оптимізації виробничої програми підприємства / В. В. Куперман // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Економічні науки. – 2011. – №3 (57). – С.302-307.
23. Малярець Л. М. Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації / Л. М. Малярець, О. В. Міненкова // Проблеми економіки. - 2017. - № 1. - С. 421-427.
24. Малярець Л. М. Розв'язування багатокритеріальної оптимізаційної задачі ефективності діяльності підприємства на основі генетичного алгоритму / Л. М. Малярець, О. В. Міненкова // Бізнес Інформ. - 2017. - № 4. - С. 119-125.
25. Наконечний С. І. Багатокритеріальна оптимізація [Електронний ресурс] / С. І. Наконечний. – Режим доступу: <http://fingal.com.ua/content/view/207/76/1/5/#29307>.
26. Напрями та методи оптимізації витрат підприємства у ринкових умовах / Ю.Є. Гоцелюк, М.О. Янюк, О. І. Мельник // Глобальні та національні проблеми економіки (Електронне наукове видання). – 2015. – Вип. 8. – С. 1129– 1132.
27. Нужна С. А. Математичні аспекти моделювання та планування діяльності агропромислових підприємств в умовах невизначеності / С. А. Нужна // Вісник

- Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2016. – № 3(41). – С. 128-133.
28. Павловська М. О. Прийняття інвестиційних рішень в умовах багатокритеріальної невизначеності: теоретичний аспект / М. О. Павловська // Інвестиції: практика та досвід. - 2009. - № 7. - С. 2-5.
29. Потьомкін М. М. Багатокритерійне прийняття рішень на основі використання множини оптимізаційних методів [Електронний ресурс] / М. М. Потьомкін, І. Ю. Свида // Кибернетика и системный анализ. - 2018. - Т. 54, № 4. - С. 91-97.
30. Скіцько В. І. Концептуальні аспекти багатоцільової багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень з урахуванням ризику у сфері логістики / В. І. Скіцько // Бізнес Інформ. - 2016. - № 10. - С. 353-359.
31. Теслюк Т. В. Система розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації з використанням побудови множини оптимальних рішень – Парето / Т. В. Теслюк, А. Я. Зелінський, Л. Є. Угрин, В. Я. Коваль // Моделювання та інформаційні технології. - 2018. - Вип. 82. - С. 148-153.
32. Чернецька Ю. А. Методи багатокритеріальної оптимізації структури капіталу підприємства / Ю. А. Чернецька // Науковий вісник. Одеський національний економічний університет. Всеукраїнська асоціація молодих науковців. – Науки: економіка, політологія, історія. – 2012. - № 10(162). – С. 100-110.
33. Шлапак О. А. Модель багатокритеріальної оптимізації комунікаційного середовища підприємств / О. А. Шлапак, О. О. Коваленко // Інвестиції: практика та досвід. - 2017. - № 11. - С. 43-48.
34. Шульга Н. Г. Аспекти багатокритеріальної оптимізації при плануванні діяльності підприємства. / Н. Г. Шульга, А. В. Поратуй // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. - 2013. - Вип. 181(2). - С. 339-342.
35. Щепотьєв О. І. Методи рішення багатокритеріальних задач оптимізації / О. І. Щепотьєв, А. В. Жильцов, В. В. Васюк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2012. - Вип. 174(2). - С. 209-217.