

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра прикладної математики і механіки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «**АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ
СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**»

Виконав(ла): студент(ка) 2 курсу, групи 8.1139
спеціальності 113 прикладна математика
(шифр і назва спеціальності)
освітньої програми прикладна математика
(назва освітньої програми)
О. Є. Благонадеждіна
(ініціали та прізвище)

доцент кафедри прикладної математики і
Керівник механіки, доцент, к.ф.–м.н. Кондрат'єва Н.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

декан математичного факультету,
Рецензент професор, д.т.н. Гоменюк С.І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний

Кафедра прикладної математики і механіки

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 113 прикладна математика

(шифр і назва)

Освітня програма Прикладна математика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної математики і механіки, д.т.н., професор

Грищак В.З.

(підпис)

« 20 » 05 2020 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ(СТУДЕНТЦІ)

Благонадеждіній Олені Євгенівні

(прізвище, ім'я та по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Алгоритмізація процесу прийняття рішень на основі методів системного аналізу

керівник роботи (проекту) Кондрат'єва Наталія Олександрівна, к.ф.–м.н. , доцент

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

затвержені наказом ЗНУ від « 20 » 05 2020 року № 576-с

2. Строк подання студентом роботи 03.12.2020

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.

2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз об'єкта та предметної області дослідження. Аналітичний огляд сучасного стану проблеми. 2. Методологічні особливості застосування системного підходу при розв'язанні задач прийняття рішення. 3. Застосування методології системного аналізу до задач прийняття рішення в умовах неповної інформації та ризику.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

Презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 20.05.2020**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	29.05.2020	виконано
2	Збір вихідних даних.	01.07.2020	виконано
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	17.07.2020	виконано
4.	Розробка першого розділу.	05.08.2020	виконано
5.	Розробка другого розділу.	23.09.2020	виконано
6.	Розробка третього розділу.	19.11.2020	виконано
7.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	20.11.2020	виконано
8.	Захист кваліфікаційної роботи.	17.12.2020	виконано

Студент _____
(підпис)О.Є. Благонадеждіна
(ініціали та прізвище)Керівник роботи _____
(підпис)Н.О. Кондрат'єва
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____
(підпис)В.В. Леонт'єва
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Алгоритмізація процесу прийняття рішень на основі методів системного аналізу»: 82 с., 8 рис., 2 табл., 28 джерел, 4 додатки.

ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, ПОШУК ОПТИМАЛЬНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ.

Об'єкт дослідження – задачі прийняття рішень.

Мета роботи – алгоритмізація процесу пошуку оптимальних розв'язків у задачах прийняття рішень.

Метод дослідження – аналітичний.

Кваліфікаційна робота присвячена алгоритмізації процесу пошуку оптимальних розв'язків у задачах прийняття рішень. У роботі розглянуто класифікацію задач прийняття рішень, основні елементи процесу прийняття рішень, наведено формальну модель задачі теорії прийняття рішень, основні етапи процесу прийняття рішень, основні принципи та процедури системного аналізу та системного підходу, основні процедури системного аналізу, методологічні особливості застосування системного підходу при розв'язанні задач прийняття рішень, а також математичний апарат системного аналізу, базові оціночні функції та критерії прийняття рішень. Виділені проблеми алгоритмізації системних досліджень. Проведено обчислювальні експерименти і зроблено висновки за отриманими результатами за розробленими програмними продуктами, які дозволяють автоматизувати процес прийняття оптимальних рішень у задачах прийняття рішення в умовах неповної інформації та ризику.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Algorithmization of the Decision-Making Process on the Basis of System Analysis Methods»: 82 pages, 8 figures, 2 tables, 28 references, 4 supplements.

DECISION-MAKING PROCESS, CLASSIFICATION OF DECISION-MAKING PROBLEMS, DECISION-MAKING CRITERIA, AUTOMATION OF DECISION-MAKING DECISIONS, DECISION-MAKING.

The object of the study is decision-making tasks.

The aim of the study is to algorithmize the process of finding optimal solutions to decision-making problems.

The method of research is analytical.

Qualification work is devoted to the algorithmization of the process of finding optimal solutions to decision-making problems. The paper considers the classification of decision-making problems, the main elements of the decision-making process, the formal model of the problem of decision-making theory, the main stages of the decision-making process, the basic principles and procedures of system analysis and system approach, the main procedures of system analysis, methodological features decision-making tasks, as well as the mathematical apparatus of systems analysis, basic evaluation functions and decision-making criteria. Problems of algorithmization of system researches are allocated. Computational experiments are carried out and conclusions are made on the results obtained on the developed software products, which allow to automate the process of making optimal decisions in decision-making tasks in the conditions of incomplete information and risk.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	8
1 Аналіз об'єкта та предметної області дослідження. Аналітичний огляд сучасного стану проблеми.....	10
1.1 Основні теоретичні положення теорії прийняття рішення, використовувані для здійснення дослідження.....	13
1.1.1 Формальна модель задачі теорії прийняття рішення.....	15
1.1.2 Основні етапи процесу прийняття рішення.....	20
1.2 Загальні поняття та задачі системного аналізу.	
Принцип системного підходу.....	30
1.2.1 Основні принципи системного аналізу.....	31
1.2.2 Основні процедури системного аналізу.....	32
1.2.3 Загальна класифікація систем. Великі та складні системи.....	32
1.2.4 Основні етапи системного аналізу.....	34
2 Методологічні особливості застосування системного підходу при розв'язанні задач прийняття рішення. Математичний апарат системного аналізу.....	41
2.1 Основні підходи системного аналізу до розв'язання задач прийняття рішення	41
2.2 Основні методи розв'язання задач прийняття рішення: сутність, етапи та умови використання.....	45
2.2.1 Експертні оцінки, мінімаксий метод, метод Байеса–Лапласа.....	53

2.2.2	Похідні критерії: критерій Гурвіца, Ходжа–Лемана, Гермейера та Байеса–Лапласа.....	57
3	Застосування методології системного аналізу до алгоритмізації задач в умовах неповної інформації та ризику.....	60
3.1	Вхідні дані для проведення дослідження. Алгоритмізація процесу задачі прийняття рішення в умовах неповної інформації та ризику	60
3.2	Проведення аналізу отриманих результатів.....	64
	Висновки.....	65
	Перелік посилань.....	66
	Додаток А. Критерії Гермейера та Гурвіца.....	68
	Додаток Б. Критерії Севіджа та мінімакса	73
	Додаток В. Критерій Байеса-Лапласа	78
	Додаток Г. Критерій Ходжа-Лемана	80

ВСТУП

На сьогоднішній день вираз «прийняття рішення» використовується досить широко. Говорять, що найкращий варіант рішення може бути отриманий шляхом математичних розрахунків і є випадки коли це можливо. Випадки коли комп'ютери приймають рішення замість людини, теж мають місце.

Як в житті окремої людини, так і в повсякденній діяльності підприємства прийняття рішень є важливим етапом, що визначає їх майбутнє. Для більшості рішень, що приймають люди, неможливо точно розрахувати та оцінити їх наслідки. Можна лише припускати, що визначений варіант рішення призведе до найкращого результату. Однак, таке припущення може бути помилковим, тому що ніхто не може зазирнути у майбутнє та знати все напевно.

Тому людські рішення є виключно важливими для практики та цікавими з точки зору науки. Поступаючись комп'ютеру в швидкості та точності розрахунків, людина тим не менш володіє унікальним вмінням швидко оцінити ситуацію, можливістю виділити головне та відкинути другорядне. Ці цінні якості допомагають людині протягом всього існування людства. Як людина приймає рішення, чому один процвітає там, де інші зазнають невдачі – в цьому всьому необхідно розібратися. Сучасні знання про людину, що приймає рішення та засоби, які їй в цьому допомагають описані в цій роботі.

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної роботи виступають задачі прийняття рішень.

Структурно робота складається з трьох розділів. В першому розділі розглянуто аналіз предметної області та аналітичний огляд сучасного стану проблеми, який у сутності включає в себе основні поняття теорії прийняття рішень та системного аналізу, наведено його історичний опис.

У другому розділі розкрито методологічні особливості застосування системного підходу при розв'язанні задач прийняття рішення. Також введені основні методи розв'язання задач прийняття рішення їх сутність, етапи та умови використання.

Третій розділ присвячений застосуванню методології системного аналізу до алгоритмізації задач в умовах неповної інформації та ризику. Проведено аналіз отриманих результатів.

В результаті проведеної роботи були розкриті всі поставлені задачі, наведені основні критерії прийняття рішень та проаналізовані отримані результати.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ТА ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ

Перший розділ присвячений аналізу об'єкту дослідження, наводяться його основні властивості, розглянуто ґрунтовні поняття та аналіз предметної області.

Усвідомлення системності світу і модельності мислення завжди відставало від емпіричної системності людської практики. Першим в явній формі поставив питання про наукові підходи щодо управління складними системами М.А. Ампер. При побудові класифікації всіляких, в тому числі і неіснуючих наук, він виділив спеціальну науку про управління державою і назвав її кібернетикою. В цей же приблизно час польський філософ Б. Трентовський читав у Фрайбургському університеті курс лекцій, зміст якого опублікував в 1843 році. Його книга називається «Ставлення філософії до кібернетики, як мистецтво управління народом». Він ставив собі за мету побудову наукових основ практичної діяльності керівника. Кібернетика народилася занадто рано і була забута.

Приблизно через півстоліття системна проблематика знову опинилася в полі зору науки. На цей раз увага була зосереджена на структурі та організації систем. У 1891 році Е. С. Федоров опублікував відкриття, що може існувати тільки 230 різних типів кристалічної решітки, хоча будь-яка речовина за певних умов може бути кристалізована. Важливо було усвідомити, що все розмаїття природних тіл реалізується з обмеженнями та невеликою кількістю вихідних форм.

Наступний щабель у вивченні системності як самостійного предмета пов'язана з ім'ям А. А. Богданова. У 1911 році вийшов перший, а в 1925 р. третій том його книги «Загальна організаційна наука (тектологія)» [4]. Всі

явища в цій книзі розглядаються як безперервні процеси організації та дезорганізації.

По справжньому явне і масове засвоєння системних понять почалося з 1948 року, коли американський математик Н. Вінер опублікував книгу під назвою «Кібернетика» [12]. Кібернетика – це наука про системи, що сприймають, зберігають, переробляють та використовують інформацію [12]. Інше визначення ввів А. І. Берг, який сказав, що кібернетики – це наука про оптимальне управління складними системами [13]. Ці визначення є досить загальними і повними. З них видно, що предметом кібернетики є дослідження систем. Причому для неї неістотна природа цієї системи. З кібернетикою Вінера пов'язані такі просування у розвитку системних уявлень, як типізація моделей системи, виявлення особливого значення зворотних зв'язків в системі, підкреслення принципу оптимальності в управлінні та синтезі систем.

Сучасний прорив в дослідженні систем був здійснений бельгійською школою на чолі з І. Пригожиним [14]. Розвиваючи термодинаміку нерівноважних фізичних систем, він зрозумів, що виявлені ним закономірності відносяться до систем будь-якої природи. Пригожин запропонував нову, оригінальну теорію системодинаміку. Згідно його теорії, матерія не є пасивною субстанцією, їй властива спонтанна активність, викликана нестійкістю нерівноважних станів, в які рано чи пізно приходять будь-яка система в результаті взаємодії з навколишнім середовищем. Важливо, що в такі переломні моменти (звані особливими точками або точками біфуркації) принципіально неможливо передбачити, чи стане система менш або більш організованою.

Системний підхід виник в період розвитку науково технічної революції і пов'язаний з необхідністю вирішувати складні проблеми з різних предметних областей за допомогою однакових підходів, методів, технологій. Як відомо, [15, 16, 17, 18, 19] такі загальні проблеми виникають в економіці, політиці, інформатиці та в інших галузях.

Епоха зародження основ системного аналізу була характерна розглядом систем фізичного походження. Найбільший внесок у розвиток системного аналізу і системного мислення зробили такі вчені, як Декарт, Бекон, Кант, Ньютон, Берг, Богданов, Вінер, Пригожин та інші [4, 12, 14, 20, 22]. Проте вважається, що концепцію системного аналізу створив Л. фон Берталанфі у 30 роки ХХ століття, але сприйняли її лише в 50–х роках ХХ століття [21].

Термін «системний підхід», незважаючи на довгий період його використання, усе ще не знайшов загальноприйнятого, стандартного тлумачення. Причина цього факту полягає у динамічності процесів в області людської діяльності і, крім того, у принциповій можливості використовувати системний підхід практично при вирішенні будь-якої задачі.

Застосування системного підходу дає досліднику можливість ставити і вирішувати, принаймні, дві задачі:

- визначити механізм взаємодій об'єктів у системі;
- підвищити ефективність функціонування системи.

Принцип системності – один із найважливіших у системному аналізі. Разом з тим, він є і спеціально-науковим, тому що лежить в основі загальної теорії систем, кібернетики та інших дисциплін, проникає у всі області наукового дослідження.

Зараз можна говорити про етап наукового, системно-міждисциплінарного підходу до проблем науки, що концентрує увагу не тільки на речовинно-енергетичних, але і на інформаційно-логічних, системно-міждисциплінарних аспектах, побудови і дослідження системно-інформаційної картини світу

1.1 Основні теоретичні положення теорії прийняття рішення, використовувані для здійснення дослідження

Кожного дня нам необхідно приймати якісь для себе рішення, тому процес прийняття рішення є постійно розв'язувана задача. Трактуювання прийняття рішення, як задачі, дозволяє більш чітко сформулювати її зміст, визначити методи її рішення та технологію.

Задача прийняття рішення (ЗПР) – направлена на визначення найкращого (оптимального) способу дії для досягнення поставлених цілей. Під поняттям ціль розуміють ідеальне представлення бажаного стану або результату діяльності. Якщо фактичний стан не відповідає бажаному, тоді має місце проблема. Вироблення плану дій по вирішенню проблеми є сутність задачі прийняття рішення.

Проблеми можуть виникати в таких випадках:

- функціонування системи в даний момент не забезпечує досягнення поставлених цілей;
- функціонування системи в майбутньому не забезпечує досягнення поставлених цілей;
- необхідно змінити ціль діяльності.

Проблема завжди зв'язана з визначенням умов, які узагальнено називають ситуацією. Сукупність проблеми та ситуації утворюють проблемну ситуацію. Виявлення та опис проблемної ситуації дає вихідну інформацію для постановки задачі прийняття рішення.

Суб'єктом будь-якого рішення є особа, що приймає рішення (ОПР). Поняття ОПР є збірним. Це може бути – індивідуальне ОПР або група осіб, що виробляє колективне рішення, групове ОПР. Для допомоги ОПР у зборі та аналізі інформації та формуванню рішення привертають експертів – спеціалістів по вирішенню проблем. Поняття експерту в теорії прийняття рішення трактується в досить широкому сенсі та включає в себе

співробітників апарату управління, що підготовлює рішення, вчених та практиків.

Прийняття рішення відбувається в часі, тому вводиться поняття процес прийняття рішення. Цей процес складається з послідовності етапів та процедур на вирішення проблемної ситуації.

Під час процесу прийняття рішення формуються альтернативні (взаємовиключні) варіанти рішень та оцінюються їх вподобання. Вподобання – це інтегральна оцінка якості рішення, що заснована на об'єктивному аналізі (знань, досвіду, розрахунків, проведення експериментів) та суб'єктивному розумінню цінності, ефективності рішення.

Для здійснення вибору найкращого рішення індивідуальне ОПР визначає критерій вибору. Групове ОПР виробляє вбір на основі принципу узгодження.

Кінцевим результатом ЗПР є рішення, яке представляє собою припис до дій. З змістовної точки зору рішення може бути представлено як спосіб дій, варіант проекту, план роботи і т. д. Рішення являється одним із видів розумової діяльності та прояв волі людини, яке має свої характерні ознаки, які були розглянуті раніше.

Рішення називається допустимим, якщо воно задовольняє обмеженням: правовим, ресурсним, морально–етичним. Рішення називається оптимальним (найкращим), якщо воно забезпечує екстремум (максимум або мінімум) критерія вибору при індивідуальному ОПР або задовольняє принципу узгодження при груповому ОПР.

Узагальненою характеристикою рішення є ефективність. Ця характеристика включає в себе ефект рішення, що визначає ступінь досягнення цілей та вартість рішення – сукупність витрат ресурсів для прийняття та реалізації рішення. Таким чином, ефективність рішення – це ступінь досягнення цілей, що відноситься до витрат на їх досягнення. Рішення тим ефективніше, чим більший ступінь досягнення цілей та менша вартість витрат.

1.1.1 Формальна модель задачі теорії прийняття рішень

В найбільш загальній формі будь-яка задача може бути представлена у вигляді «дано...», «необхідно знайти ...». Керуючись цією формою, формальна модель ЗПР може бути представлена наступним чином:

- для індивідуальної ОПР

$$\langle E_0, R, H | E, C, D, X, l, M, X_{opt} \rangle;$$

- для групової ОПР

$$\langle E_0, R, H | E, C, D, X, L(l), N, X_{opt} \rangle,$$

де зліва від вертикальної риски розташовані відомі значення, а з правої сторони – невідомі елементи задачі:

E_0 – проблемна ситуація;

R – час, який необхідний для прийняття рішення;

H – відомі ресурси, які необхідні для прийняття рішення;

$E = (E_1, \dots, E_v)$ – множина альтернативних ситуацій, що уточнюють проблемну ситуацію;

$C = (C_1, \dots, C_k)$ – множина цілей, що переслідуються при прийнятті рішення;

$D = (D_1, \dots, D_L)$ – множина обмежень;

$X = (X_1, \dots, X_m)$ – множина альтернативних варіантів рішення;

l – функція переваг ОПР;

M – критерій вибору найкращого рішення;

$L(l)$ – функція групового рішення;

N – принцип узгодження індивідуальних переваг для формування групової переваги;

X_{opt} – оптимальне рішення.

Таким чином, зміст задачі прийняття рішення можна сформулювати наступним чином: в умовах проблемної ситуації E_0 наявного часу R та ресурсів H необхідно уточнити ситуацію E_0 множини гіпотетичних ситуацій E , сформулювати множину цілей C , обмежень D та альтернативних варіантів рішень X , зробити оцінку індивідуальних переваг рішень l та знайти оптимальне рішення X_{opt} , керуючись сформульованим критерієм вибору M – для індивідуального ОПР, або задовольняючи групову перевагу $L(l)$, знайденому на основі обраного принципу узгодженості N – для групової ОПР.

Розглянемо більш детально елементи ЗПР. Проблемна ситуація E_0 описується змістовно та, якщо це можливо, сукупністю кількісних характеристик. Опис проблемної ситуації повинно в собі мати змістовне формулювання проблеми, яку необхідно вирішити, опис умов, в яких виникла проблема, причини її розвитку.

В залежності від характеру задачі час на прийняття рішення t може складати секунди або навіть години, що характерно для оперативних задач, місяці або роки – для дострокових задач. Наявний час суттєво впливає на можливість отримання повної та достовірної інформації про проблемну ситуацію всебічного обґрунтування наслідку рішення.

У якості ресурсів H для знаходження оптимального рішення можуть використовуватися: досвід та знання ОПР та експертів, науково–технічний потенціал дослідних організацій, автоматизовані системи інформаційного забезпечення та управління, фінансові та матеріально–технічні ресурси.

В реальних керуючих задач вхідна проблемна ситуація E_0 частіше за все, повністю невідома. Невизначеність може бути зумовлена різноманітним факторами, наприклад, невідомістю попиту на продукцію, невідомістю можливостях використання науково–технічних досягнень, кліматичними факторами або іншими причинами. Для визначення проблемної ситуації E_0

необхідно сформулювати гіпотетичні ситуації (гіпотези, версії) $E_j (j = \overline{1, n})$, що утворюють кінцеву множину $E = (E_1, \dots, E_n)$. Кожна ситуація E_j повинна бути альтернативною для всіх інших, тобто всі ситуації повинні бути взаємовиключні та відповідно незалежні. Набір ситуацій повинен утворювати повну групу, тобто охоплювати всі можливі ситуації, які визначили проблемну ситуацію E_0 раніше. Кожна ситуація описується змістовно та набором кількісних характеристик, які включають характеристику достовірності ситуації – ймовірність ситуації P_j . Для повної групи незалежних ситуацій сума ймовірностей дорівнює одиниці:

$$\sum_{j=1}^n P_j = 1,$$

де n – кількість ситуацій, що складають повну групу.

Для визначення проблемної ситуації шляхом формування повної групи можливих альтернативних ситуацій зменшує вхідну невизначеність задач, оскільки сформовано перелік змістовних подій та невизначеність приведено лише до ймовірностей їх виникнення. У випадках, коли невизначеність в проблемних ситуаціях відсутня, відпадає необхідність формування множин ситуацій (версій та гіпотез). У випадках повної невизначеності проблемної ситуації можна розглядати як окремих, що витікає із випадків невизначеності, так як при цьому можна вважати, що маємо альтернативну ситуацію з ймовірністю одиниця, а інші ситуації мають нульову ймовірність появи.

Для чіткого визначення бажаного результату щодо усунення проблемної ситуації необхідно сформулювати множину цілей $C = C_1, \dots, C_k$. Реальні задачі, як правило, багатоцільові і лише в окремих випадках може формуватися єдина ціль. Опис цілей здійснюється змістовно та за допомогою набору кількісних характеристик. Найбільш важливими характеристиками

цілій є критерії досягнення цілей, ступінь досягнення цілей, пріоритети цілей, що характеризують їх важливість.

Прийняття рішення завжди здійснюється в умовах різних обмежень: матеріальних, правових, фінансових і т. д. Тому необхідно чітко сформулювати множину обмежень $D = D_1, \dots, D_j$, яка впливає на можливість реалізації рішень та досягнення цілей в конкретній проблемній ситуації.

Для досягнення цілей формуються множина альтернативних варіантів рішень $X = X_1, \dots, X_m$, з яких повинно бути обрано єдине оптимальне або прийнятне рішення X_{opt} . В множину можливих рішень включається також рішення про бездіяльність, завдяки якому зберігається проблемна ситуація. Рішення описуються змістовно та набором характеристик, в число яких обов'язково включається ресурсні характеристики що необхідні для реалізації рішення.

Функція переваги l використовується для опису та порівняльної оцінки якості рішення на основі переваг ОПР. Ця оцінка може носити якісний характер, тоді всі альтернативні варіанти рішень X_i підпорядковуються за бажанням або кількісний характер, тоді можна порівняти, наскільки або в скільки разів одно рішення краще іншого.

Вибір оптимального або прийнятного рішення X_{opt} проводиться за критерієм вибору M , формулювання якого здійснює ОПР у випадку індивідуального ОПР. У випадку групового ОПР, на основі вибраного принципу узгодження індивідуальних переваг N (наприклад, принцип більшості голосів) будується функція групової переваги $L(l)$, що залежить від вектору індивідуальних переваг членів групи $l = l_1, \dots, l_s$, де l – кількість членів групи.

Оптимальне рішення повинно задовольняти груповому перевазі.

Зміст задачі прийняття рішення дозволяє сформулювати ряд її особливостей:

невідомі елементи задачі: рішення, ситуації, переваги, цілі обмеження – мають перш за все змістовний характер і лише частково визначаються кількісними характеристиками. Кількість невідомих елементів задачі значно більше, ніж відомих;

– визначення невідомих елементів задачі та знаходження найкращого рішення не можуть бути повністю формалізовані, оскільки не існує методів та алгоритмів, що дозволяють наприклад, формулювати цілі і варіанти рішення;

– елементи задачі описується характеристиками, частина з яких може бути виміряна об'єктивно, а для другої частини можливо лише суб'єктивне вимірювання (наприклад переваги рішень, пріоритети цілей і тд.);

– в ряді випадків доводиться вирішувати ЗПР в умовах невизначеності, що обумовлена не повним описом проблемної ситуації та неможливістю досить чіткої оцінки бажаних наслідків. В цих випадках має важливе місце інтуїція ОПР;

– рішення, що приймаються можуть безпосередньо зачіпати інтереси ОПР та експертів, тому мотиви їх поведінки впливають на вибір рішення.

Перераховані вище особливості підкреслюють відмінність задачі прийняття управлінського рішення від математичної задачі знаходження оптимального рішення, яка зазвичай формується, як задача вибору найкращого рішення із множини заданих рішень.

1.1.2 Основні етапи процесу прийняття рішення

Рішення приймаються з ціллю вирішення будь-якої проблеми. Процес вирішення проблеми складається з трьох стадій (рис. 1.1).

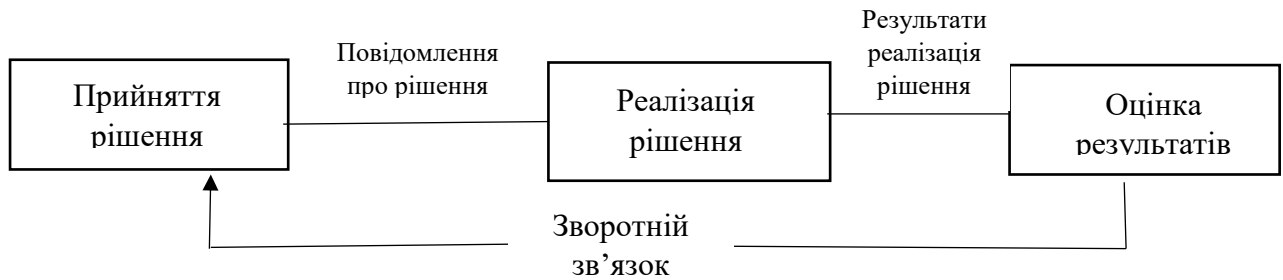


Рисунок 1.1 – Стадії процесу рішення проблеми

Перша стадія прийняття рішення – з технологічної точки зору можна представити як процес, що складається із послідовних етапів та процедур, що мають між собою прямі та зворотні зв'язки (рис. 1.2). На рисунку тонкими лініями показано послідовність виконання процедур ітеративних циклів, потовщеними лініями показаний потоки інформації. Зліва від цих ліній позначене результати поточної процедури, справа – накопичені результати ЗПР. Зворотні зв'язки відображають ітеративний циклічний характер залежності між етапами та процедурами. Ітерації в виконанні елементів процесу прийняття рішення обумовлений необхідністю уточнення та коригування даних після виконання наступних процедур.

З інформаційної точки зору в процесі прийняття рішення відбувається зменшення невизначеності. Формулювання проблемної ситуації якби відображає питання «що робити?». Послідовність виконання процедур призводить до формулюванню відповіді на це питання у вигляді, «що і як необхідно робити».

Процедури прийняття рішення можуть виконуватися шляхом мислення ОПР та експертів, тобто творчо, неформальним шляхом та з використання формальних засобів – математичних методів та ЕОМ. Формальні процедури

полягають в проведенні розрахунків за визначеними алгоритмами з ціллю аналізу варіантів рішення, оцінки необхідних ресурсів, звуження множини варіантів рішення і т. д. Виконання формальних процедур здійснюється експертами, ОПР, технічним персоналом та технічними засобами.

Представлення процесу прийняття рішення як логічної впорядкованої сукупності неформальних і формальних процедур є опис технологічної схеми виконання цього процесу. Такий опис дозволяє структурно впорядкувати процес прийняття рішення та визначити інформаційну модель процесу на основі якої раціонально організувати збір та обробку зберігання необхідної інформації.

В процесі прийняття рішення виділяють три етапи: постановка задачі, формулювання рішення та вибір рішень.

На етапі постановки задачі виконуються наступні процедури:

- виявлення та опис проблемної ситуації;
- визначення часу необхідного для прийняття рішення;
- визначення необхідних та наявних для прийняття рішення

ресурсів.

Етап постановки задачі повинен дати відповідь на питання: «яку проблему та в яких умовах необхідно вирішити?», «коли необхідно її вирішити?», «якими силами та засобами будемо вирішувати проблему?».

Розрізняють дві ситуації, при яких виникають проблеми: ситуація нових можливостей та ситуація нових труднощів. Ситуація нових труднощів, як правило, зв'язана з появою відхилень від запланованої траєкторії руху об'єкта до поставленої цілі. Для неї характерна необхідність правильної постановки та формулювання проблеми, актуальність якої в цілому очевидна. Це можуть бути технічні, наукові, підприємницькі та інші проблеми.

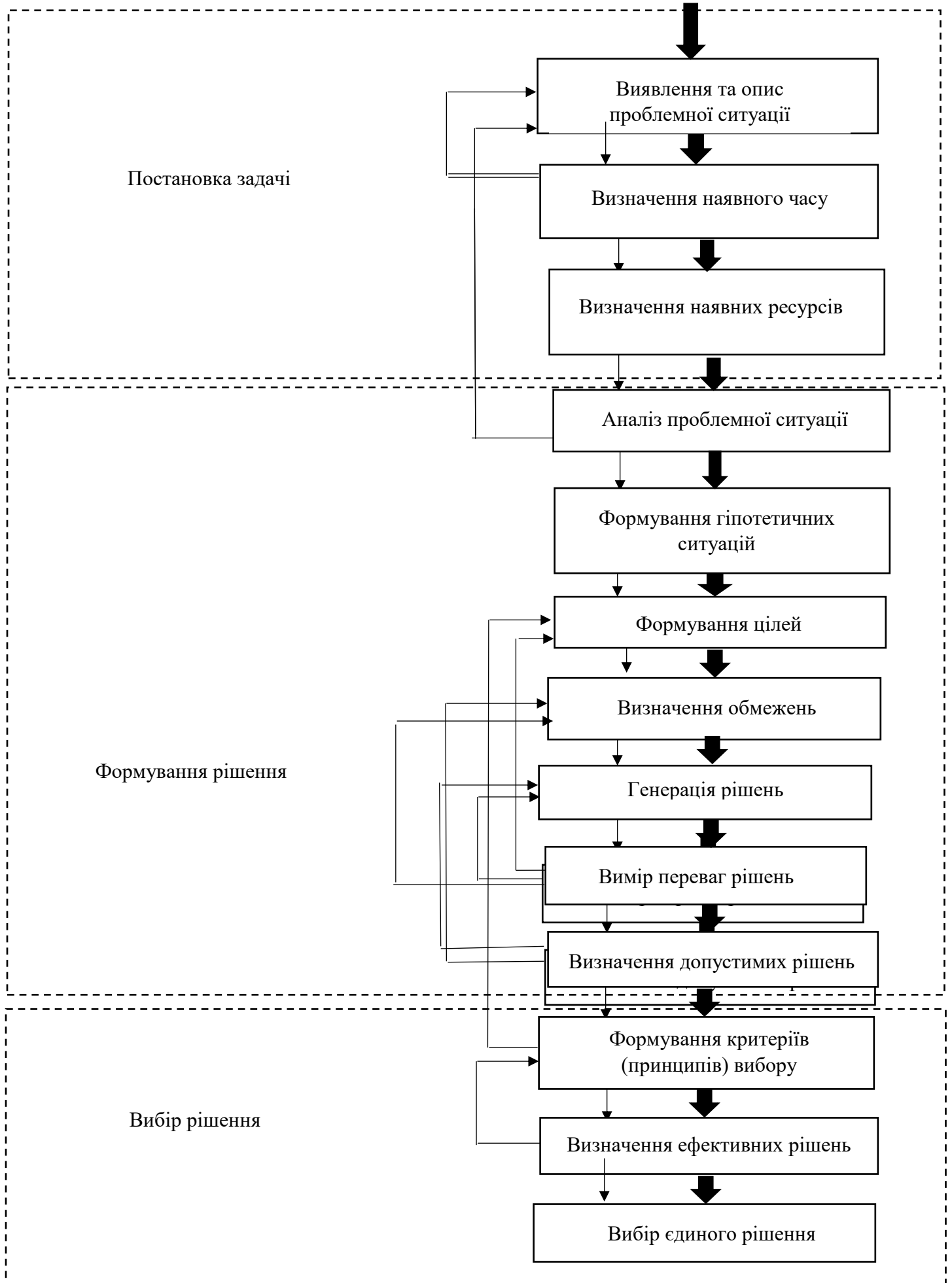


Рисунок 1.2 – Схема прийняття рішення

Ситуація нових можливостей виникає, в основному, в науково–технологічному прогресі, оскільки досягнення науки, техніки та технологій створюють принципово нові можливості для вдосконалення організації праці, підприємства та управління.

Виявлення та опис проблемної ситуації передбачає визначення першопричини та першоджерело виникнення проблеми, що може вимагати збору великої інформації та проведення глибокого аналізу. Виявлення першопричини проблеми дуже важливе, бо незначна на перший погляд причина, може бути, в кінцевому випадку, призвести до змістовних наслідків.

З тимчасової точки зору необхідно врахувати, що практично всі управлінські рішення в економіці приймаються в «цейтнотах», тобто є в практиці господарювання для підготовки прийняття рішення виділяється менше часу, ніж необхідно для повного використання всіх знань або всієї інформації про проблемну ситуацію. Це може знизити якість рішення, що приймається із–за неможливості опрацювання всіх альтернативних варіантів та неефективного використання ресурсів. Тому велику роль грає своєчасне виявлення проблемної ситуації, що здійснює максимально можливу кількість часу для підготовки рішення. Керуючі рішення доцільно приймати на початковій стадії росту проблем, оскільки рішення остаточно дозрілих проблем нерідко виявляється досить складними, що потребують значних ресурсів. У ряді випадків можливі втрати від зниження якості своєчасного прийнятого в умовах «цейтноту» рішення можуть компенсувати додатковим ефектом від більш ранньої реалізації рішень.

Аналогічно, що стосується оцінки часу, що використовується для прийняття рішення, то потрібно визначити необхідні для цього ресурси (кількість експертів, стан та потужність науково–експериментальної бази, наявність документації та інші джерела інформації) та зіставити їх з можливостями, які має в розпорядженні особа, що приймає рішення.

На етапі формулювання задачі виконуються наступні процедури:

- аналіз проблемної ситуації;

- формулювання гіпотетичної ситуації;
- формулювання цілей;
- визначення обмежень;
- генерація рішень;
- оцінка переваг рішень.

Основною метою другого етапу є формулювання варіантів рішень та оцінка їх переваг.

При формулюванні альтернативних варіантів вирішення проблеми бажано виявити всі можливі дії щодо усунення причин проблем. Однак, на практиці особа, що приймає рішення рідко має в своєму розпорядженні достатньо знань або часу, щоб сформулювати та оцінити кожен альтернативу. Крім того, розгляд великої кількості альтернатив суттєво ускладнює процес прийняття рішення визначеної проблеми. Тому особа, що приймає рішення, як правило, обмежує число варіантів (альтернатив) для вибору. При цьому велику роль відіграє експертні знання (досвід та інтуїція) особи, що приймає рішення.

Для сформульованих альтернативних варіантів рішення виконується вимір та оцінка їх переваг. Вимір переваги рішень проводиться експертами та ОПР. Експертні оцінки повинні відобразитися числами з використанням кількісних та якісних шкал. Для оцінки рішення необхідно сформулювати систему показників, що характеризує якість цих рішень та чітко визначають ступінь досягнення сформульованих цілей та витрати ресурсів.

На етапі вибору рішення виконуються наступні процедури:

- визначення допустимих (прийнятних) рішень;
- формування критеріїв вибору рішення;
- визначення ефективних (недомінуючих) рішень;
- вибір єдиного (кінцевого) рішення.

Цей етап починається з аналізу та оцінки виявлених альтернативних варіантів рішення проблеми та визначення допустимих (прийнятних) рішень з урахуванням сформульованих обмежень.

Важливою процедурою на цьому етапі являється формулювання критерію вибору рішення – стандартів, за якими необхідно оцінювати допустимі альтернативні варіанти вибору. Вони виступають в якості рекомендації по оцінці рішень.

Вибір остаточного рішення здійснюється індивідуально ОПР на основі встановленого їм критеріям, а групове ОПР – на основі розрахованого групового переваги.

Реалізація будь-якої альтернативи пов'язана з деякими практичними аспектами, тому завжди всі рішення, що приймаються—це завжди компроміс.

Отже, розглянута схема відображає реальний процес прийняття рішення в спрощеному вигляді. В дійсності цей процес є більш складним і може включати додаткові етапи і процедури. Наприклад, при генерації множини альтернатив людина може одночасно враховувати принаймні частину можливих обмежень, або не включати всю множину рішень, що не задовольняють виділеним обмеженням.

Таким чином, реальний процес допускає певну паралельність виконання процедур в процесі прийняття рішення. Крім того, при виконанні тієї або іншої процедури виходять результати, що дають нову інформацію, тому виникає необхідність корегування та доповнення попередніх процедур, тобто їх повторення.

Вищезазначене показує, що наведену схему не слід приймати як остаточне та незмінне представлення послідовності виконання процедур в процесі прийняття рішення, а відображає раціональну послідовність дій ОПР при формулюванні вибору оптимального рішення.

1.2 Загальні поняття та задачі системного аналізу. Принцип системного підходу

Відомо [24, 25], що системний аналіз виник в силу необхідності проводити міждисциплінарні дослідження. В міру ускладнення виробничих процесів, при створенні, експлуатації та управлінні складаними технічними та інформаційними системами, при аналізі екологічних ситуацій, при реалізації в багатьох інших напрямках діяльності людини виникла необхідність в організації системних досліджень [23]. Для усунення проблем та викликів, що виникають необхідно було об'єднати зусилля спеціалістів різних областей, уніфікувати та узгодити різнохарактерну інформацію, що отримана в результаті дослідження та розв'язання конкретних проблем.

Важливою віхою в розвитку системного аналізу є створення в середині 70-х років минулого століття Міжнародного інституту прикладного системного аналізу. З'явилося поле для спільної діяльності вчених різних країн при вирішенні великих комплексних проблем.

Згідно [3], системний аналіз можна узагальнено визначити, як сукупність методів та методик заснованих на використанні обчислювальної техніки та нових інформаційних технологій і орієнтованих на дослідження складних систем (технічних, екологічних, організаційних і соціально-економічних та ін.). Результатом системного аналізу, системних досліджень є, як правило, вибір оптимальної альтернативи, параметрів конструкції, системи, структури системи управління і т. ін.

Системний аналіз – це дисципліна, що займається проблемами прийняття рішень в умовах, коли вибір альтернативи вимагає аналізу складної інформації різної фізичної природи [3].

Будь-яка діяльність людини складається з послідовності прийняття рішень. В повсякденному житті, в простих ситуаціях люди обходяться стандартними прийомами, традиційними навичками, інтуїцією. Необхідність в спеціальних методах виникають в складних ситуаціях, в задач при

відсутності впевненості у правильності прийнятих рішень. Тоді потрібні спеціальні методи прийняття рішення. Задачі, які не вирішують за допомогою традиційних математичних методів і в яких все більш значне місце займає процес формалізації та постановки задачі, методів отримання і обробки інформації, а процес вирішення пов'язаний з активною участю людини, становить основу підходів та інструментарій теорію прийняття рішення. Сукупність таких методів, у міру їх розвитку, склалася в спеціальну дисципліну – теорію прийняття рішень. На сучасному етапі розвитку апарат, моделі і методи теорії передбачає широке використання взаємодії людини та обчислювальної техніки. Методична спільність аналізу і вирішення задач різної природи, системи моделей і методів теорії прийняття рішень склалися в розвинену та складну систему, яка отримала назву системний аналіз.

Енергійний розвиток теорії прийняття рішень почався в 50–60-ті роки ХХ століття. На основі теорії ігор, теорії ефективності, теорії масового обслуговування склалася дисципліна – дослідження операцій. Вона виникла в зв'язку з задачами військового характеру і поступово спільно з такими дисциплінами, як математичне програмування, теорія оптимізації, теорія прийняття рішень і теорії управління, переросла в синтетичну дисципліну – системний аналіз.

Системний підхід. В розвитку науки простежуються дві лінії – аналіз і синтез. Вивчення конкретних фактів, проникнення в глибину досліджуваного явища супроводжується створенням синтезуючої теорії, моделей, що дозволяють об'єднати різні факти, їх зв'язку з іншими явищами, їх взаємодія. В різні періоди часу значення для науки обох підходів було різним, але обидві тенденції завжди існували. Прагнення не просто вивчати явище, факт, але і встановлювати його зв'язок з іншими фактами призвело до появи терміну «системний підхід». Він часто розглядається як синонім поняття «комплексний підхід».

Термін «системний підхід» використовується в літературі для позначення комплексу методологічних проблем системного дослідження.

Системний підхід виступає в сучасній науці і техніці, як методологічна концепція, покликана сформулювати в систематичному вигляді сукупність методів досліджень і конструювання систем різних типів і класів. Необхідно підкреслити, що в такому розумінні системний підхід не претендує на вирішення завдань загальної методології.

Системний підхід являє собою певний етап у розвитку методів пізнання, методів дослідницької та конструкторської діяльності, способів опису природи аналізованих або штучно створених об'єктів. Основні задачі системного підходу полягають в розробці методів аналізу і синтезу об'єктів, опис їх цілісних характеристик. Зокрема, досліджувані та конструйовані об'єкти представляються як цілеспрямовані системи, синтезуються «елементи» і «цілісні» знання про досліджувані об'єкти, аналізуються взаємини даних систем з іншими системами, що складають їх оточенням, і т. д.

Для фахівців в конкретних наукових і технічних дисциплін системний підхід виступає в якості форми систематизації методів і принципів системного дослідження, якими вони можуть користуватися в своїй діяльності. Задача використання коштів системного підходу спеціально-наукових і технічних досліджень – це перш за все задача відповідних фахівців.

Важливий внесок у відновлення системних уявлень, створення теорії систем вніс на початку ХХ століття А. А. Богданов (псевдонім А.А. Малиновського). Опубліковані ним в 1920–ті роки тритомник «Тектологія. Загальна організаційна наука» [4] помітно визначив час, сформулював багато положень теорії систем і системного підходу до кібернетики. в силу ряду історичних причин запропонована ним загальна організаційна наука не знайшла в ті роки широкого поширення.

Відповідно до організаційної точки зору світ, що розглядається А. А. Богдановим знаходиться в безперервній зміні, в ньому немає нічого постійного, все суть зміни, дії і протидії. В результаті взаємодії елементів, що

змінюються спостерігач може виділити деякі типи комплексів, що розрізняються за ступенем їх організованості.

Аналіз робіт А. А. Богданова наводить на думку про глибоку спорідненість тектології з такими сучасними загальнонауковими напрямками, як кібернетика, теорія катастроф, теорія систем і системний підхід, тощо. Богданов висловив ідею ізоморфізму різних організаційних структур, на яких базується як кібернетичний аналіз, так і загальна теорія систем.

Термін теорія систем багато хто пов'язує з біологом, за основною професією, Л. фон Берталанфі [5] і вважає його основоположником цього напрямку. Він опублікував велику кількість робіт, в яких намагався знайти те спільне, що притаманне будь-яким досить складним організаціям матерії як біологічній так і суспільній природи.

Системний підхід. Цей термін використовується в літературі з різними тлумаченнями. В деяких роботах, наприклад в [6], системний аналіз визначається як «додаток системних концепцій до функцій управління, що пов'язані з плануванням» або навіть з стратегічним плануванням і цільовою стадією планування. В інших роботах цей термін вживається як синонім термінів «аналіз систем» [7] або «системне управління організацією».

В 50–60–ті роки минулого століття в США з'явився термін «system analysis» для позначення методів аналізу складних технічних систем, що тоді розвивалися [7]. Цей термін переклали на українську мову не як «аналіз систем» а як «системний аналіз». Водночас в українській мові термін «системний аналіз» несе більш широкий зміст, маючи на увазі не тільки конкретні прийоми аналізу, а й фундаментальні розділи теорії.

Незалежно від того, застосовується термін «системний аналіз» тільки для формуванню цілей і функцій системи, до планування розвитку підприємств, регіону або для дослідження систем в цілому, включаючи і цілі та організаційну структуру, роботи цього напрямку відрізняються від інших напрямків системним дослідженням тим, що в них передбачається методика

проведення системного дослідження, організації процесу прийняття рішення, описується реалізація методики в конкретних умовах. І друга важлива відмінність – робота з цілями: їх дослідження, формулювання, структуризація або декомпозиція. Деякі автори навіть в визначення системного аналізу підкреслюють, що це методологія дослідження цілеспрямованих систем [5].

Системний підхід можна розглядати як загальнометодологічний принцип, теорії систем – як гносеологічний (пізнавальний) аспект, а системний аналіз – як інструментальну реалізацію – сукупність методів, методики, процедур вироблення і прийняття рішень при проектуванні, конструюванні і управлінні складними об'єктами і системи. В своєму практичному, прикладному втіленні системний аналіз є реалізацією системних принципів при дослідженні прийнятті рішення і управлінні складними соціальними, інженерно–технічними та економічними системами [8].

Завершуючи визначення системного аналізу, можна виділити наступні його особливості:

- за типом об'єктів, що розглядаються в системному аналізі можна віднести до штучних (частіш за все, це людино–машина) об'єктів, в яких людина має важливу роль;
- за характером розглянутих проблем – до проблем прийняття рішень.

1.2.1 Основні принципи системного аналізу

Згідно [3], можна виділити основні принципи системного аналізу.

1. Вимога розглядати сукупність елементів системи як єдине ціле, чи навіть, заборона на розгляд системи як простого об'єднання елементів.

2. Визнання того, що властивості системи – це не тільки сума властивостей її елементів. Тим самим підтверджується можливість того, що система має особливі властивості, яких може і не бути в окремих елементів.

3. Кожна система має свій максимум ефективності, бо завжди існує функція цінності системи у вигляді залежності її ефективності від умов побудови і функціонування. Така функція обмежена, отже існує її мінімум і максимум.

4. Заборона розглядати систему у відриві від навколишнього середовища – як автономну, відокремлену. Це означає обов'язковість урахування зовнішніх зв'язків чи, у більш загальному вигляді, вимога розглядати систему, як частину (підсистему) якоїсь більш загальної системи.

5. Можливість (а іноді і необхідність) розподілу системи на частини, підсистеми. Якщо останні виявляються недостатньо простими для аналізу, з ними поводяться так само. Але в процесі такого розподілу не можна порушувати попередні принципи, поки Ви їх дотримуєтесь, розподіл виправданий.

Такі принципи дозволяють формалізувати визначення терміну системи у вигляді багаторівневої конструкції, яка складається з елементів, що взаємодіють для досягнення єдиної цілі функціонування (цільової функції).

1.2.2 Основні процедури системного аналізу

До основних процедур системного аналізу можна віднести [3]:

- а) формулювання цілей, їхніх пріоритетів і проблем дослідження;
- б) визначення й уточнення ресурсів дослідження;
- в) відокремлення системи від навколишнього середовища;
- г) визначення меж досліджуваної системи;
- д) визначення всіх надсистем, в які входить досліджувана система;

- е) визначення напрямку розвитку всіх надсистем, до яких належить дана система, зокрема, формулювання їхніх цілей і протиріч між ними;
- є) визначення підсистем, з яких складається система, виділення частин та елементів системи;
- ж) визначення ролей підсистем у функціонуванні системи;
- з) визначення структури системи, сукупності зв'язків між її компонентами;
- и) виявлення інтегруючих факторів, тобто умов, що об'єднують окремі частини в єдине ціле;
- і) визначення всіх можливих зв'язків системи, комунікації системи з зовнішнім середовищем та зв'язки між її елементами;
- к) вивчення досліджуваної системи в динаміці;
- л) тестування системи (системної моделі), її функціонування.

Перераховані процедури системного аналізу не повною мірою вичерпують арсенал прийомів дослідження систем, тим більше, що ці процедури носять скоріше формальний, ніж змістовний характер. Адже тільки при дослідженні конкретної системи виникають спеціальні прийоми, формуються особливі методології, які надалі дозволяють використовувати отриманні знання для дослідження даної системи.

1.2.3 Загальна класифікація систем. Великі та складні системи

Класифікацію систем можна здійснити за різними критеріями, але вона завжди залежить від цілей і ресурсів системи та задачі, що стоїть перед дослідником. Будь-яку систему можна класифікувати за певними признаками.

1. За відношенням системи до навколишнього середовища: відкриті; закриті.

2. За походженням системи (елементів, зв'язків, підсистем): природні; соціальні; штучні; віртуальні; змішані.

3. За описом змінних системи: з якісними змінними; з кількісними змінними; зі змішаними змінними.

4. За типом опису закону (законів) функціонування системи: типу “Чорна шухляда”; не параметризовані; параметризовані; типу “Біла (прозора) шухляда”.

5. За способом керування системою (у системі): керовані ззовні; керовані зсередини; з комбінованим керуванням.

6. За залежністю від передісторії: динамічні; статичні.

7. За залежністю від часу: нестационарні; стаціонарні.

8. За передбачуваністю поведінки: детерміновані; стохастичні.
Однією з характерних тенденцій розвитку суспільства є поява великих систем.

Система називається великою, якщо її дослідження, моделювання, опис та керування ускладнене через велику розмірність, тобто множина станів системи S має велику розмірність (в іншому випадку система буде мала) [2].

Система називається складною, якщо її дослідження, моделювання, опис та керування ускладнене за браком ресурсів (головним чином, – інформаційних) [2]. Відповідно ознакою простої системи є достатність інформації для її керування.

За типом складності системи бувають:

- q структурної чи статичної складності;
- q динамічної чи тимчасової складності;
- q інформаційної чи інформаційно–логічної складності;
- q обчислювальної складності;
- q алгоритмічної чи конструктивної складності;
- q складності розвитку чи еволюції, самоорганізації.

1.2.4 Основні етапи системного аналізу

Розгляд основних етапів і базових функцій системного аналізу, по суті розкриває всю технологію його здійснення як послідовності кроків, що ведуть від постановки проблеми до її вирішення з наповненням кожного кроку переліком конкретних дій. Зміст системного аналізу тлумачиться по-різному з позицій розуміння авторами напрямів його використання, цілей і методів дослідження, етапів його здійснення й галузі застосування. Проте в усіх випадках строге виконання технології системного аналізу в повному її обов'язі зовсім не перешкоджає, а навпаки, буде сприяти вирішенню проблеми. У цьому її особлива цінність. Отже, розглядаючи системний аналіз у збільшеному масштабі, можна виділити в ньому такі три етапи: постановка завдання, побудова та структуризація системи, прийняття й реалізація рішення щодо розв'язання проблеми.

Постановка завдання. Для того щоб визначити сутність проблеми і коректно її сформулювати, необхідно провести діагностичне обстеження об'єкта, з'ясувати, яка буде створюватися система для її розв'язання, проаналізувати розвиток проблеми, вплив зовнішніх факторів, оцінити принципову можливість її вирішення. Матеріал для аналізу проблеми може дати діагностичне обстеження об'єкта, наприклад, підприємство, проблему якого необхідно вирішити.

Слід дещо конкретизувати поняття діагностичного аналізу, яке є однією з найважливіших стадій системного аналізу, з погляду виявлення проблеми та цілей функціонування об'єкта дослідження. Діагностичний аналіз – це комплексне вивчення об'єкта, спрямоване на з'ясування загальних тенденцій і чинників його розвитку та розробку заходів удосконалення його функціонування й управління ним [1]. Обстеження (дослідження) об'єкта проводиться за заздалегідь продуманим організаційним планом групою висококваліфікованих спеціалістів. Складовою частиною організаційного

плану є програма обстеження – розгорнутий перелік питань, які мають бути з'ясованими, що гарантує необхідну якість і повноту вивчення об'єкта.

Програма включає певні визначені дії.

1. Виявлення загальних тенденцій розвитку даного об'єкта і його ролі в системі більш високого рангу. Це визначається насамперед шляхом розгляду наявних ретроспективних матеріалів (звітів, діаграм тощо), опитування керівництва для уточнення особливостей і цілей функціонування об'єкта з подальшим переходом до опитування керівників окремих підрозділів, спеціалістів і виконавців із застосуванням структурованих опитувальних карток.

2. З'ясування організаційно–функціональної структури об'єкта і його зв'язків із зовнішнім середовищем. Уявлення про організаційну структуру управління дають схеми адміністративного розподілу й підпорядкування за рівнями ієрархії всіх підрозділів даного об'єкта. Водночас необхідно виявляти функціональну взаємодію підрозділів, потоки інформації, що циркулюють на об'єкті. Для цього потрібно насамперед добре розібратися в самих функціях об'єкта і його окремих підрозділів, у частках витрат праці й інших ресурсів, вкладених кожним підрозділом у виконання так званих наскрізних комплексних функцій.

Функціональний аналіз не досліджує окремо зовнішні сторони об'єкта або елементи його структури, він розглядає продукцію, що випускається, не тільки з погляду конструкції, форми, матеріалу, трудомісткості виготовлення, витрат тощо (хоча знання цих компонентів структури виробу є обов'язковим), а й з позиції відображення внеску та корисності кожного виконавця й кожної функції, вираженої в кінцевому продукті (хто, як і наскільки вплинув на кількісні та якісні показники продукції). Такий аналіз є послідовним розкриттям сутності організаційно–функціональної структури об'єкта, вираженням його поведінки. Методологічною основою функціонального аналізу є процес трансформації аналізованого об'єкта,

вираженого в конкретній формі, у таку його форму, що характеризується комплексом функцій.

Сутністю цього аналізу є процес абстрагування, під час якого й виявляються функції цілеспрямованої системи. Ніколи не варто починати опис структури системи раніше, ніж будуть готові до такого аналізу функції, що визнаються достатніми, тобто такі, які об'єкт повинен мати, щоб цілком задовольняти покладені на нього суспільні потреби. Тільки тоді, коли ці функції буде визначено, можна вирішувати, які елементи та зв'язки вважати центральними, а які – підпорядкованими. Проте виявити і сформулювати функції не так легко, як здається на перший погляд. Насамперед для правильного їх формулювання рекомендується дотримуватися таких трьох принципів: стислість, узагальненість (із достатньою мірою конкретизації) і повнота. Комплекс сформульованих функцій має надати повний функціональний опис обстежуваного об'єкта. Для контролю за цією повнотою здійснюють попарне порівняння функцій із відкиданням тих, що дублюють інші. Проте більш ефективним засобом контролю є аналітично–розрахунковий метод визначення витрат на функції, при якому виявляються помилкові й зайві функції.

Для визначення функцій використовують методи:

- експертної оцінки – коли група спеціалістів–експертів робить свій висновок про перелік функцій аналізованого об'єкта;

- “чорного ящика” – коли функція визначається за результатами трансформації вхідних величин (сигналів) у вихідні, тобто є передаточною функцією;

- логічного ланцюжка, у якому поступово розкриваються всі послідовно пов'язані функції.

За кожною функцією попередньо ставиться питання “Чому виконується функція?”, а одразу потім – “Як вона виконується?”. Такими питаннями контролюється логіка причинно–наслідкових зв'язків між

функціями. Зрозуміло, що для визначення логічної системи функцій об'єкта та зв'язків між ними може бути використано комбінацію методів.

За допомогою наведених методів можна визначити так звані структурні функції, тобто ті, що є потрібними для споживача й визначають структуру об'єкта дослідження. Об'єкт також має і вторинні функції, які є необхідними для реалізації первинних. Вони цікавлять виробника, а не споживача продукції об'єкта. Крім того, варто ранжувати функції за ступенем їх важливості, розрізняючи:

- головну функцію, що виражає сутність поведінки об'єкта, зміст його існування;
- основні функції, які відображають тільки одну частину поведінки об'єкта, орієнтовану на споживчу систему;
- допоміжні функції, що доповнюють головну й основні, а також одна одну.

У процесі виявлення функцій корисно встановити перелік так званих відсутніх функцій, тобто функцій, які об'єкт мав би виконувати для повного задоволення покладених на нього суспільних потреб, але не виконує.

У процесі виявлення функцій корисно встановити перелік так званих відсутніх функцій, тобто функцій, які об'єкт мав би виконувати для повного задоволення покладених на нього суспільних потреб, але не виконує. Порівнюючи комплекси наявних і необхідних функцій, можна виявити серед них як відсутні, так і зайві.

Визначивши систему функцій об'єкта, з'ясовують порядок і періодичність їх виконання по кожному підрозділу й кожному виконавцю, кількість зайнятих людей і час, що витрачається ними на здійснення функцій, наявність технічних засобів і посадових інструкцій та інше.

Під потоком інформації розуміють цілеспрямований рух інформації від її джерела до споживача. Раціоналізація потоків інформації має на меті виключення її дублювання, мінімізацію маршрутів проходження через структурні підрозділи об'єкта й забезпечення раціонального обсягу

інформації між органами управління. Інформаційний потік характеризується адресністю, режимом передавання від джерела до споживача й обсягом переданої інформації. Обсяг і циркуляція інформації на об'єкті в основному попередньо визначаються системою його техніко – економічних показників, що відображує всі виробничі і значною мірою соціальні й інші процеси об'єкта. Розрахунки різноманітних показників потребують відповідної інформації, а це означає, що система показників ніби породжує необхідні для її задоволення інформаційні потоки. Показники ж, у свою чергу, входять до відповідних документів, тому на об'єктах, де існує високий ступінь документування процесів, дослідження інформаційних потоків зводиться до вивчення системи документообороту.

4. Вивчення складу й змісту документів, маршрутів їх руху, процесів формування окремих показників і документів у цілому; дослідження техніки й технології збирання, передачі й опрацювання інформації; установлення кількісних і якісних характеристик інформаційних потоків. Усе це безпосередньо стосується створення інформаційної моделі (або моделі інформаційних зв'язків), що відображає чинну систему документообороту, та її прив'язки до існуючої структури об'єкта.

Для наочності аналізу документообороту рекомендується побудувати його графічне відображення (схему), що включає:

- визначення вхідної та вихідної інформації з кожної функції управління;
- те саме для кожного підрозділу, що бере участь у реалізації окремої функції управління;
- те саме для кожного підрозділу за всіма функціями управління;
- формування маршрутів проходження документів підрозділами та побудову схеми документо – потоків.

5. Заключний пункт програми обстеження передбачає:

- обстеження матеріальних потоків (виявляються особливості потоків сировини, напівфабрикатів, готової продукції та чинники, що перешкоджають нормальному їх проходженню технологічним ланцюгом);
- визначення обсягів виконуваних робіт у кожному підрозділі об'єкта;
- виявлення хиб у чинній системі управління, у тому числі, в організації планування, урахування й контролю на об'єкті, а також в організації існуючої системи збирання й опрацювання інформації.

У результаті виконання всієї наведеної програми обстеження об'єкта система управління буде дослідженою зверху донизу: від цілей через функції управління до завдань управління, їх інформаційного забезпечення та процедур перетворення даних. Документи, що містять матеріали обстеження, для підвищення ефективності їх аналізу підлягають спеціальному опрацюванню. При цьому використовуються різноманітні методи, які включають табличне й графічне подання даних, розрахунки показників уручну або з використанням спеціальних програм на ЕОМ. За підсумками обстеження має бути виявлено проблеми.

На цьому етапі реалізується єдина базова функція – формулювання й аналіз проблеми.

Побудова та структуризація системи. Насамперед необхідно локалізувати систему, установити її межі. Для цього з усього набору наявних у даній проблемній ситуації елементів визначають, які з них безпосередньо пов'язані з цією проблемою. Їх включають до створюваної системи. Ті елементи, що не мають внутрішніх технологічних зв'язків і здійснюють на систему зовнішній вплив і/або зазнають впливу від неї, включають до навколишнього середовища даної системи. Структуризація створеної системи полягає в розбивці її на підсистеми відповідно до поставленого завдання та визначенні всіх істотних зв'язків між даною системою й системами, виділеними в навколишньому середовищі. На цьому етапі має бути сформульовано загальну ціль та критерії її досягнення, інші цілі й

критерії, зроблено декомпозицію цілей і критеріїв, виявлено потреби в ресурсах і процесах.

На другому етапі закінчується вся підготовча робота, що передує вирішенню проблеми, завдяки реалізації таких чотирьох базових функцій:

- побудова та структуризація системи для вирішення проблеми;
- формування загальної цілі та критерію її досягнення;
- декомпозиція цілей системи;
- виявлення процесів і ресурсів системи.

Прийняття й реалізація рішення щодо розв'язання проблеми. Це заключний етап, що веде до кінцевого результату. Основою його є створення й дослідження моделей системи. Ось чому іноді його називають етапом побудови й дослідження моделей (моделювання).

На цьому етапі реалізуються такі три базові функції:

- оцінювання цілей і засобів їх досягнення;
- вибір оптимального варіанта розв'язання проблеми;
- упровадження рішення й оцінювання його наслідків.

2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Даний розділ присвячений висвітленню методологічним особливостям системного підходу при розв'язанні задач прийняття рішення, Було виділено основні етапи системного підходу, його принципи та наведені основні методи розв'язання задач прийняття рішень.

2.1 Основні підходи системного аналізу до розв'язання задач прийняття рішень

Системний підхід являє собою сукупність методів і засобів, що дозволяють досліджувати властивості, структуру і функції об'єктів та процесів в цілому, представивши їх як систем зі складними між елементними взаємозв'язками, взаємовпливом самої системи на її структурні елементи.

Системний підхід полягає в розгляді елементів системи як взаємопов'язаних і взаємодіючих для досягнення глобальної мети функціонування системи. Особливістю системного підходу є оптимізація функціонування не окремих елементів, а всієї системи в цілому.

Основні переваги системного підходу:

- на дисплеї то загальне в різних об'єктах і процесах, що затінюється різними деталями і важко виявляється, поки не відкинуті зокрема.
- методи прийняття рішень переносяться з одних функціональних областей в інші;
- не допускається переоцінка можливостей окремих методів при прийнятті рішень, наприклад, тільки математичного моделювання на шкоду

експертними оцінками. Іншими словами, виключається «зняття» всіх проблем з використанням одного інструмента;

- здійснюється синтез знань із різних наук;
- в проекти вводиться інформаційне опис системи (види, обсяги, призначення та шляхи проходження інформації) і розробляється процес збору і обробки даних і інформації;
- виникає об'єктивна основа для вибору необхідних напрямків подальшого розвитку досліджень в області, до якої належить проєктована система.

Принципи системного підходу:

Єдності – спільний розгляд системи як єдиного цілого і як сукупність частин;

Розвитку – облік змінності системи, її здатності до розвитку, накопичення інформації з урахуванням динаміки середовища;

Глобальної мети – відповідальність за вибір глобальної мети, оптимум підсистем не є оптимумом всієї системи;

Функціональності – спільний розгляд структури системи і функцій з пріоритетом функцій над структурою;

Сполучення децентралізації і централізації;

Ієрархії – облік підпорядкування і ранжирування частин;

Невизначеності – облік імовірного настання подій;

Організованості – ступінь виконання рішень і висновків.

Сформулюємо основні етапи системного підходу.

1. Виділення об'єкта дослідження із загальної сукупності процесів, обрис контуру і кордонів системи, її елементів, зв'язків із середовищем; встановлення мети дослідження, з'ясування структури і функцій системи; виділення головних властивостей елементів і системи в цілому, встановлення їх відповідностей;

2. Визначення основних критеріїв ефективного функціонування системи, а також основних обмежень і умов функціонування;

3. Визначення варіантів структур і елементів, облік основних факторів, що впливають на систему;
4. Складання моделі системи;
5. Оптимізація функціонування системи по досягненню мети;
6. Визначення оптимальної схеми управління системою;
7. Встановлення надійного зворотного зв'язку за результатами функціонування, визначення працездатності і надійності функціонування систем.

Методологія системного підходу спирається на домінуючу роль цілого по відношенню до складових частин елементів. У системному підході думка рухається від цілого до складових частин, від системи до елементів, від складного до простого явищу, і ціле визначає характер і специфіку елементів і частин, що входять до складу даного цілого.

Сучасний розвиток системного підходу йде в трьох напрямках:

- системологія як теорія систем;
- системотехніка як практика;
- системний аналіз як методологія.

Системологія розуміється як наука:

- про методи системного дослідження оточуючого нас світу (об'єктів, процесів, явищ);
- про системи різної природи і різного призначення, що вивчаються з позиції цілісного (інтегрованого) сприйняття процесів, що відбуваються;
- про виявлення притаманних системам загальних і приватних закономірностей і використанні їх для аналізу і пізнання існуючих систем і для створення більш досконалих систем, що забезпечують більш ефективно досягнення поставлених цілей.

Системотехніка – наукове планування, проектування, оцінка та конструювання систем людина – машина.

Системотехніка викликана до життя появою великих технічних систем, які можуть мати величезну кількість різноманітних складових, часто розкиданих по великій території і об'єднаних в одне ціле засобами автоматизованого управління, що вимагає високої швидкості переробки інформації.

Мета створення системотехніки – "скоротити розриви в часі між науковими відкриттями і їх додатком і між виникненням людських потреб і виробництвом нових систем, покликаних задовольнити ці потреби".

Методологією системотехніки є методологія системного підходу – методологія планування, розробки і створення систем як єдиного цілого.

Творцем системи є системотехнік – фахівець широкого профілю, здатний об'єднати фахівців різних спеціальностей, зв'язати безліч рішень приватних завдань в єдине, підпорядкувавши спільної мети.

Системний аналіз є спорідненим до системотехніці напрямком, але зазвичай розуміється більш широко, охоплюючи нетехнічних аспектів проектування, організації та управління.

Об'єктами його дослідження є великі і складні системи, які є одночасно відкритими (взаємодіють з зовнішнім середовищем) і до складу яких входить людський фактор.

Основу методології системного аналізу так само становить системний підхід, для якого визначальним є уявлення про цілісність досліджуваних, що проектуються і синтезованих об'єктів. Методологічно системний аналіз спрямований на дослідження причин складності систем і їх усунення.

2.2 Основні методи розв'язання задач прийняття рішень: сутність, етапи реалізації та умови використання

Розглянемо місце теорії і методів прийняття рішення прикладних задачах. Як було зазначено вище, теорія і методи прийняття рішень використовуються, як правило, коли має місце невизначеність – відсутня повна інформація про ситуацію, явище, моделі об'єкта, а прийняття рішення пов'язане з ризиком прийняття помилкового рішення. Частіш за все прийняття рішення здійснюється в умовах неповної інформації, коли формулюється деякі екстремальна задача з обмеженнями. В цьому випадку при коректної постановки задачі і умов використання адекватні постановки проблеми рішення приймаються з нульовим ризиком.

Вибір рішення з безлічі допустимих рішень здійснюється на основі регулярні процедури. Тому необхідно виділити особливості методів і теорії прийняття рішень, класифікація яких використовують такі варіанти невизначеності.

1. Відсутня інформація про повну сукупності характеристик і оцінок варіантів, а відомий тільки дискретний ряд оцінок в просторі «варіанти – умови», що означає прийняття рішень, якщо задано дискретна (безліч оцінок) множина варіантів при різних умовах. Для прийняття рішень в цій ситуації використовується метод системних матриць, сутність яких полягає в застосуванні різних алгоритмів обробки цих матриць, що складаються з оцінок варіантів.

2. Задані ймовірні і статистичні показники (оцінки) явища, процесу, сукупності і необхідно мінімізувати ймовірність неправильного рішення. В подібній ситуації використовуються методи мінімізації ризику, причому моделі ризику будується на основі ймовірних моделей випадкових подій і функцій випадкових аргументів.

3. Задані графові переваги між варіантами, що вимагає перетворення графа з метою лінійного впорядкування, коли вибори рішення

тривіальний. Для прийняття рішень в даній ситуації використовуються методи комбінаторної апроксимації.

4. Невизначеність задана у вигляді чисел та множин, необхідне створення адекватного обчислення нечітких чисел та множин для перетворення завдач прийняття рішення до задачі лінійного впорядкування. До задач з нечіткими змінними відносяться задачі з лінгвістичними змінними для яких введені нечіткі числа.

5. Невизначеність задана ймовірнісна або статистична, а для прийняття рішень використовується перевірка ймовірнісно – статистичних гіпотез.

Основні методи теорії прийняття рішень базуються на тому чи іншому принципі обробки оцінок, погоджено з технічним критерієм вибору варіанту. Мотивація вибору варіанта дозволяє в умовах наявності ризику прийняти вірне рішення і визначає принцип вибору.

Приклади таких мотивацій часто носять якісний характер. Наприклад метод системних матриць використовує мінімакський критерій, критерій Байеса–Лапласа та інші при обробці матриць. Ці критерії визначають оптимістичні, песимістичні стратегії, стратегії нейтралітету або врівноваженого типу. Вивчення методів отримання оцінок на основі методів системного аналізу та методів обробки оцінок методів прийняття рішень дозволяє сформулювати необхідні методи.

1. Основні принципи і визначення. В різних областях науки і техніки існують ситуації коли необхідно приймати рішення в умовах невизначеності, тобто в умовах неповного знання про параметри. В зв'язку з цим, а також у зв'язку з вагомістю наслідків від прийняття тих чи інших рішень потрібна певна технологія прийняття рішень. Для підвищення надійності прийняття правильного рішення слід сформулювати ряд принципів якими доцільно користуватися:

– принцип формалізація в умовах повної визначеності на основі екстремальних методів системного аналізу передбачає суворе

формулювання цілей, умов і обмежень екстремальних задач при прийнятті рішень. Адекватна формалізація є визначальним фактором при вирішенні детермінованих прикладних задач;

- принцип об'єктивної невизначеності пропонує адекватний опис сукупності невідомих чинників, що утворюють клас невизначеності. Визначення класу невизначеності в складних системах дозволяє приймати рішення на основі адекватних методів і алгоритмів для заданого класу невизначеності, що відрізняються від суб'єктивно ефективних методів і алгоритмів;

- принцип керівних критеріїв дозволяє усвідомлено вирішувати проблему прийняття рішень. Практично цей принцип не виключає прийняття рішень на основі інтуїції проектувальника або дослідника.

- принцип формалізації в умовах невизначеності заснований на методах і алгоритмах прийняття рішень в різних умовах на основі адекватного опису неповної інформації про клас невизначеності в рамках узагальнення логічних висновків про критерії вибору рішення на основі формалізованої постановки задачі прийняття рішень в умовах об'єктивно існуючої невизначеності;

- принцип мінімізації ризику стосовно до проблеми прийняття рішень передбачає мінімізацію небезпеки, загрози, пов'язаних з прийняттям рішень. Спочатку термін «ризик» використовувався в комерції, і з ним пов'язувалася невдача в будь-якому підприємстві і величина втрат або виграшу.

Поступово, у міру психологічної готовності, поняття ризику стало звичним і отримало об'єктивні кількісні характеристики, диференційовані для кожної з задач. Мінімізація ризику є одним з методів прийняття рішень.

Багато прикладні задач (особливо неформалізовані) мають багато факторів, розстановка яких спочатку не є однозначною. Керуючись переліченими принципами, можна в першому наближенні E_i усвідомлено підійти до постановки задачі прийняття рішень

2. Основна формальна структура прийняття рішень. У відповідності з формулюванням основних принципів прийняття рішень можна дати ряд визначень, які сприяють адекватної формалізації завдання прийняття рішень [9, 10].

Під прийняттям рішень будемо розуміти вибір одного варіанта E_i із деякої множини варіантів $\{E_i\} = E$.

Далі будемо вважати, що є кінцеве число варіантів

$$E_1, \dots, E_i, \dots, E_m.$$

Поняття варіанту зазвичай інтуїтивно ясно. Однак необхідно використовувати суворе визначення варіанту, без якого прийняття рішень як вибір не може бути виконано коректно.

Варіантом E_i будемо називати один із способів побудови системи або вибору стратегії, що допускають отримання результату з оцінкою e_i . Іншими словами, з варіантом E_i пов'язана відповідна йому оцінка e_i .

У ситуації, що розглядається є одномірною сукупністю варіантів і відповідних оцінок, а вибір оптимального варіанту проводиться по критерію

$$E_0 = \left\{ E_{i_0} \mid E_{i_0} \in E \wedge \left(e_{i_0} = \max_i e_{i_0} \right) \right\}, \quad (2.1)$$

де цільові умови сформульовані як прагнення досягнення максимуму оцінок. Це правило вибору розуміється наступним чином: множина E_0 оптимальних варіантів складається з тих варіантів E_{i_0} , які належать множині варіантів E , і оцінка E_{i_0} , яка максимальна серед усіх оцінок E_i (логічний знак « \wedge » читається як «і»). Тут враховується факт наявності декількох варіантів. Якщо цільові умови формулюються як досягнення мінімуму оцінок, то вибір оптимального варіанту проводиться на основі критерію

$$E_0 = \left\{ E_{i_0} \mid E_{i_0} \in E \wedge (e_{i_0} = \min_i e_{i_0}) \right\}, \quad (2.2)$$

Процедура вибору ускладнюється, коли прийняття рішень відбувається на безлічі багатьох варіантів E_i , що відповідають різним умовам (станів) F_j , що відповідає двовимірної сукупності варіантів – умов і відповідних їм оцінок. У цій ситуації сукупність оцінок утворює матрицю системних оцінок, оскільки прийняття рішень відбувається в просторі варіанти–умови. Термін системні оцінки відображає факт розгляду всієї сукупності варіантів і умов, в яких відбувається процес прийняття рішень.

Матрицею системних оцінок (матрицею рішень) будемо називати матрицю, наведену в табл. 2.1, що описує експертні оцінки варіантів в просторі «варіанти–умови».

Таблиця 2.1 – Матриця системних оцінок

	Умови					
Варіанти	F_1	F_2	...	F_j	...	F_n
E_1	e_{11}	e_{12}	...	e_{1j}	...	e_{1n}
E_2	e_{21}	e_{22}	...	e_{2j}	...	e_{2n}
...
E_i	e_{i1}	e_{i2}	...	e_{ij}	...	e_{in}
...	e_{1n}
E_m	e_{m1}	e_{m2}	...	e_{mj}	...	e_{mn}

Таким чином, алгоритм прийняття рішень дозволяє вибрати пару оцінок (E_{i^*}, F_{j^*}) , яка є кращою за обраним критерієм оптимальності, раціональності, корисності. Варіанти критеріїв є основою для алгоритмів прийняття рішень, які аргументують позицію особи, що приймає рішення (ОПР). Введення вихідних визначень дозволяє перейти до розгляду

елементів, що характеризують процес прийняття рішень на основі обробки оцінок e_{ij} .

Для прийняття рішень в рамках методу матриць системних оцінок необхідна формулювання основних алгоритмів обробки таблиць. Введемо додаткові поняття оціночної функції.

Відповідно до поняттями оціночної функції сформулюємо правила прийняття рішень за допомогою оціночної функції і найпростіших критеріїв. Матриця системних оцінок характеризує набір варіантів рішень. Для однозначного прийняття рішень необхідно сформулювати критерії вибору.

Введення оціночних (цільових) функцій варіантів – перший етап на шляху до однозначного і найкращому варіанту рішення.

Нехай різним варіантам E_i відповідають різні умови F_i , які породжують матрицю оцінок e_{ij} (див. табл. 2.1.). Оціночної функцією e_{ir} будемо називати функцію, що відповідає кожному варіанту E_i і характеризує в цілому все наслідки вибору цього варіанта (рішення) [11].

Іншими словами, оціночна функція повинна характеризувати правило «згортки» за умовами F_j . Після введення оціночної функції e_{ir} варіанту E_i процедура вибору зводиться до застосування критерію (1). Важливе значення набуває правило формування величини e_{ir} , яке може бути різним у залежності від позиції ОПР.

3. Класичні критерії, методи та оціночні функції для прийняття рішень. Розглянемо комплекс оціночних функцій і алгоритмів обробки таблиць оцінок в просторі «варіанти–умови».

3.1. Припустимо, що наслідки кожного з альтернативних рішень характеризуються сумою його найбільших і найменших оцінок. Тоді алгоритм формування оціночної функції в даній логіці прийняття рішень прийме наступний вигляд:

$$e_{ir} = \min_j e_{ij} + \max_j e_{ij} \quad (2.3)$$

Об'єднання критеріїв (1) та (2) дає найкращий результат з оцінкою:

$$\max_i e_{ir} = \max_i \left(\min_j e_{ij} + \max_j e_{ij} \right). \quad (2.4)$$

Формування результату відповідно до алгоритму (3) має змістовний певний сенс. Прийняте рішення відповідає «стратегії компромісу між оптимістичним і песимістичним підходами». У цьому випадку величина $\min_j e_{ij}$ відповідає стратегії песимізму, а величина $\max_j e_{ij}$ – стратегії оптимізму, сума цих величин в (2) дає оцінку компромісу.

3.2. Послідовна оптимістична стратегія на етапах «згортання» оцінок варіанту E_i і при виборі варіанту призводить до алгоритму:

$$\max_i e_{ir} = \max_i \left(\max_j e_{ij} \right). \quad (2.5)$$

В цьому випадку з матриці рішень (табл. 2.1) вибирається максимальний елемент. Стратегія вибору (4) – це стратегія азартного гравця.

3.3. Наступною стратегією вибору є стратегія нейтралітету:

$$\max_i e_{ir} = \max_i \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n e_{ij} \right), \quad (2.6)$$

якої відповідає логічне обґрунтування: все відхилення, що зустрічаються від середнього допустимі і вибір параметрів з цієї точки зору – оптимальний.

3.4. Після наведених раніше міркувань песимістична стратегія або стратегія песимізму особи, що приймає рішення, характеризується наступними критерієм:

$$\max_i e_{ir} = \max_j \left(\min_j e_{ij} \right). \quad (2.7)$$

3.5. Проміжна стратегія особи, що приймає рішення, зокрема, стратегія відносного песимізму, відповідає критерію

$$\max_i e_{ir} = \min_i \max_j \left(\max_j e_{ij} - e_{ij} \right). \quad (2.8)$$

У цьому випадку рішення оцінює втрати в порівнянні з виділеним по кожному варіанту найкращим результатом, а потім із сукупності найгірших результатів вибирає найкращий результат згідно з поданою оціночною функцією варіанту.

2.2.1 Експертні оцінки, мінімакський метод, метод Байеса–Лапласа

Наведені в п. 2.2 найпростіші критерії та стратегії прийняття рішень (1) – (5) мають чітке і логічне пояснення мотивів, якими керуються особи, які приймають рішення. Далі можна перейти до розгляду узагальнених класичних критеріїв прийняття рішень. До них відносяться мінімакський критерій, критерій Байеса–Лапласа, критерії Севіджа, а також інші узагальнення [9, 10].

1. Мінімаксне критерій та його метод. Мінімакський критерій використовує оціночну функцію (2.2) п. 2.1, відповідну песимістичній позиції:

$$Z_{mm} = \max_i e_{ir}, \quad (2.9)$$

де

$$e_{ir} = \min_i e_{ij}. \quad (2.10)$$

Справедливе співвідношення

$$E_0 = \left\{ E_{i_0} \mid E_{i_0} \in E \wedge \left(e_{i_0} = \max_i \min_j e_{ij} \right) \right\}, \quad (2.11)$$

причому Z_{mm} в співвідношенні (1) – оціночна функція мінімаксного критерію.

Правило вибору рішення відповідно до мінімаксного критерію інтерпретується наступним чином. Матриця рішень $\{e_{ij}\}$ доповнюється ще одним стовпцем з найменших результатів e_{ir} кожного рядка. При прийнятті рішення слід вибрати такі варіанти E_{i_0} , рядки яких відповідають найбільшим значенням e_{ir} цього стовпчика. Обрані таким чином варіанти повністю виключають ризик, оскільки особа, яка приймає рішення, орієнтоване на песимістичну позицію, що не дозволяє отримати найгірший результат. Незалежно від умов F_j результат вибору не може виявитися нижче Z_{mm} . Мінімаксний критерій відносять до числа фундаментальних, оскільки він використовується досить часто. Застосування мінімаксного критерію виправдано в таких ситуаціях.

- а) про можливість появи зовнішніх станів (умов) F_j нічого невідомо (наприклад, невідомі ймовірності появи станів F_j);
- б) доводиться рахуватися з появою різних зовнішніх станів F_j ;
- в) рішення реалізується тільки один раз;
- г) необхідно виключити будь-який ризик (неприпустимо отримання результату нижче значення Z_{mm}).

2. Критерій та метод Байеса–Лапласа. Для побудови оціночної функції при даному критерії використовується апріорна інформація про можливості

q_j появи зовнішніх умов F_j . Тим самим в рамках найпростішої ймовірнісної моделі враховується кожне з можливих наслідків. Отже, нехай q_j – ймовірність появи зовнішнього стану (умови) F_j . Тоді для критерію Байеса–Лапласа

$$Z_{BL} = \max_i e_{ir}, \quad (2.12)$$

де

$$e_{ir} = \left(\sum_{j=1}^n e_{ij} q_j \right), \quad (2.13)$$

що відповідає множині

$$E_0 = \left\{ E_{i0} \mid E_{i0} \in E \wedge \left(e_{i0} = \max_i \sum_{j=1}^n e_{ij} q_j \wedge \sum_{j=1}^n q_j = 1 \right) \right\}. \quad (2.14)$$

Фактично в даному критерії в якості оціночної функції обирається математичне очікування оцінки, що відповідає j -му варіанту, причому усереднення відбувається по множині умов F_j .

Правило прийняття рішень (4)– (6) має вірогідну інтерпретацію. При цьому ситуація, в якій приймаються рішення, характеризується наступними обставинами:

- ймовірності появи станів (умов) F_j відомі та не залежать від часу;
- рішення реалізується (теоретично) нескінченно багато разів;
- для малого числа реалізацій рішення допускається деякий ризик.

Позиція особи, що приймає рішення на основі критерію Байеса–Лапласа, більш оптимістична, ніж по мінімаксовому критерію.

3. Критерій і метод Севіджа. Цей критерій ґрунтується на попередньому перетворенні матриці системних оцінок відповідно до співвідношеннями:

$$e_{ij} \rightarrow a_{ij} = \max_i e_{ij} - e_{ij}. \quad (2.15)$$

Оціночна функція має вид:

$$e_{ir} = \max_i a_{ij} = \max_j \left(\max_i e_{ij} - e_{ij} \right) \quad (2.16)$$

$$Z_s = \min_i e_{ir} = \min_i \left[\max_j \max_i e_{ij} - e_{ij} \right]. \quad (2.17)$$

Множина оптимальних варіантів рішення визначається за співвідношенням:

$$E_0 = \left\{ E_{i_0} \mid E_{i_0} \in E \wedge \left(e_{i_0} = \min_i e_{ir} \right) \right\}. \quad (2.18)$$

Сенс критерію (2.17) стає яким після аналізу співвідношень (2.15) – (2.18).

Величини $a_{ij} = \left(\max_i e_{ij} - e_{ij} \right)$, обчислювані відповідно (2.15), можна трактувати як максимальний додатковий виграш, який досягається, якщо в стані F_j замість варіанта E_i вибрати інший, оптимальний для цього зовнішнього стану. Величини $a_{ij} = \left(\max_i e_{ij} - e_{ij} \right)$ можна також інтерпретувати і як втрати (штрафи), що виникають в стані F_j при заміні оптимального для нього варіанти E_j . Тоді величина e_{ir} , що визначена рівністю (2.13), являє собою – при інтерпретації a_{ij} як втрат – максимально можливі (за всіма зовнішніми станів F_j) втрати разі вибору варіанта E_j . Згідно співвідношенням (2.16), (2.18) максимально можливі втрати мінімізуються за рахунок вибору E_j .

З точки зору матриці $\{e_{ij}\}$ критерій Севіджа пов'язаний з ризиком, проте з позиції матриці $\{e_{ij}\}$ він від ризику вільний, оскільки використовує стратегію мінімаксного критерію.

4. Узагальнений мінімаксний критерій та його метод. Цей критерій використовує розширенні частки ймовірно заданої невизначеності. Припустимо, що для кожного з можливих зовнішніх станів F_j визначена ймовірність його появи $q_j: 0 < q_j < 1, \sum_{j=1}^n q_j = 1$. Введемо ймовірність P_i застосування i -го варіанту рішення E_i та будемо припускати можливість реалізації m варіантів рішення. Тоді середнє значення

$$e(P, q) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n e_{ij} q_j P_i, \quad (2.19)$$

де $P = (P_1, \dots, P_m), q = (q_1, \dots, q_n)$.

В реальній ситуації вектор q невідомий. В цьому випадку, орієнтуються на найменш вигідний розподіл q станів F_j , можна домогтися максимального збільшення $e(P, q)$ за рахунок вибору найбільш вдалого розподілу P варіантів рішення E_i . Подібна стратегія відповідає розширеному мінімаксному критерію, причому в даній ситуації реалізується ігрова стратегія: стан F_j мінімізують критерій, а варіанти E_i його максимізують. Загальне формулювання розширеного мінімального критерію має вигляд:

$$E(P_0) = \left\{ E(P_0) \mid E(P_0) \in E \wedge e(P_0, q_0) = \max_p \min_q \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n e_{ij} q_j P_i \right\}, \quad (2.20)$$

де вектори P і q визначені в (2.19).

Таким чином, мета розширеного мінімаксного критерію це знаходження найкращого розподілу ймовірностей на безлічі варіантів E_i , коли в багаторазовій ситуації, що використовувалася нічого не відомо про ймовірнісних станах F_j , щодо яких передбачається невивідний розподіл.

2.2.2 Похідні критерії: критерій Гурвіца, Ходжа–Лемана, Гермейера та Байеса–Лапласа (мінімаксний)

Даний клас критеріїв дозволяє розглядати завдання прийняття рішення з узагальнених позицій, причому узагальнення передбачає більш повний облік апріорно відомих чинників, а також введення нових функціональних елементів.

Слід мати на увазі, що для інтерпретації критеріїв можна скористатися ідеями п. 2.2. Відповідно до п. 2.2 доцільно звести похідні (узагальнені) критерії в табл. 2.2.

1. Критерій Гурвіца. Оціночна функція критерію Гурвіца знаходиться між точками граничного оптимуму ($C = 0$) і крайнього песимізму ($C = 1$). Характерно, що при $C = 1$ критерій Гурвіца перетворюється в мінімаксний критерій (див. п. 2.2).

2. Критерій Ходжа–Лемана. Критерій заснований на мінімаксному критерії та критерії Байеса–Лапласа, характеризується тим, що за допомогою параметра ν висловлюється ступінь довіри до використовуваного розподілу ймовірностей. При $\nu = 1$ критерій переходить в критерій Байеса–Лапласа, а при $\nu = 0$ – в мінімаксний критерій. Ситуація, в якій рекомендовано застосування цього критерію, характеризується наступними умовами: ймовірності появи станів F_j невідомі, але деякі припущення про розподіли ймовірностей можливі; прийняте рішення теоретично допускає нескінченно багато реалізацій: при малих числах реалізації допускається деякий ризик.

Таблиця 2.2 – Похідні критерії прийняття рішення

Тип критерію	Оціночна функція	Множина оптимальних варіантів рішення
Критерій Гурвіца	$Z_{HW} = \max_i e_{ir},$ $e_{ir} =$ $= c \min_j e_{ij}$ $+ (1 - c) \max_j e_{ij}$	$E_0 = \{E_{i_0} E_{i_0} \in E \wedge e_{i_0} =$ $= \max_i \left[c \min_j e_{ij} + (1 - c) \max_j e_{ij} \right] \wedge 0$ $\leq c \leq 1$
Критерій Ходжа–Лемана	$Z_{HL} = \max_i e_{ir},$ $e_{ir} =$ $= v \sum_{j=1}^n e_{ij} g_j + (1$ $- v) \min_j e_{ij},$ $0 \leq v \leq 1$	$E_0 = \{E_{i_0} E_{i_0} \in E \wedge e_{i_0} =$ $= \max_i \left[v \sum_{j=1}^n e_{ij} g_j + (1 - v) \min_j e_{ij} \right] \wedge 0$ $\leq v \leq 1 \}$
Критерій Гермейера	$Z_G = \max_i e_{ir},$ $e_{ir} = \min_j e_{ij} q_j$	$E_0 = \left\{ E_{i_0} E_{i_0} \in E \wedge e_{i_0} = \max_i \min_j e_{ij} \wedge e_{ij} \right\}$
Критерій Байеса–Лапласа (міні–максний)	$Z_{MM} =$ $= \min_i e_{ir} =$ $= \max_i e_{i_0 j_0}$	$E_0 = \left\{ E_{i_0} E_{i_0} \in E \wedge e_{i_0} =$ $= \max_{i \in I_1 \cap I_2} \sum_{j=1}^n e_{ij} q_i \right\},$ $I_1 = \left\{ i i \in [1, \dots, m] \wedge e_{i_0} \right.$ $\left. - \min_j e_{ij} \leq \varepsilon_{gam} \right\},$ $I_2 = \left\{ i i \in [1, \dots, m] \wedge e_{i_0} \right.$ $- \max_j e_{ij}$ $- \max_j e_{i_0 j} \geq e_{i_0 j} - \min_j e_{ij}$ $= \varepsilon_i \left. \right\}$

3. Критерій Ю. Б. Гермейера. Цей критерій орієнтований на оціночні функції, що відображають величину втрат, тобто на від'ємні значення всіх e_{ij} матриці оцінок, і застосовується в господарських завданнях і орієнтований на ціни і витрати. Сенс інших параметрів: q_j – імовірність умови F_j , а e_{ir} – мінімум математичного очікування витрат. У критерії Гермейера допускається деякий ризик при ухваленні рішення, а також повинні бути відомі ймовірності q_j .

4. Мінімаксний критерій та метод Байеса–Лапласа.

Даний метод дозволяє краще адаптуватися до ситуації за рахунок введення складових частин, логічно успадкованих від інших критеріїв (табл. 2.2). На першому етапі формування критерію фіксується опорне значення Z_{mt} , що задається мінімаксним критерієм. Потім задається припустимий ризик $\xi_{\text{доп}} > 0$ та визначається множина згод I_1 . Величини $\xi_i = \xi_{i0} - \min_j e_{ij}$ характеризують найбільш можливі втрати в порівнянні з e_{i0j0} . Після цього формується виграшна множина I_2 . Множині $I_1 \cap I_2$ належать варіанти рішень, для яких в певних станах можуть мати місце втрати в порівнянні зі станом, що задається мінімаксним критерієм, проте в інших станах є щонайменше приріст виграшу.

3 ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДО АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕПОВНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА РИЗИКУ

Даний розділ присвячено алгоритмізації процесу прийняття оптимальних рішень в умовах неповної інформації та ризику на основі застосування критеріїв теорії статистичних рішень, які представляють собою формалізоване судження особи, що приймає рішення. Використовуючи пакет програм «KRITERII», розроблений автором та код якої представлено у Додатку А – Г, розглянемо декілька прикладів та зробимо висновки за отриманими результатами. Одразу потрібно зауважити, що програма працює за принципом, описаним наприкінці попереднього розділу, а саме обчислює вихідні дані за критеріями прийняття рішень та визначає оптимальний результат враховуючи результати отримані за всіма критеріями та вимоги стосовно величини можливого, а в деяких випадках і допустимого ризику.

3.1 Вхідні дані для проведення дослідження. Алгоритмізація процесу задачі прийняття рішення в умовах неповної інформації та ризику

Вхідними даними для використання пакету програм «KRITERII», за допомогою якого здійснюється проведення дослідження з метою отримання оптимального варіанту з багатьох можливих є формалізовано поставлена задача – тобто, матриця оцінок (рішень), вводяться ймовірності появи станів зовнішнього середовища, ваговий множник для критерію Гурвіца, ступінь довіри для критерію Ходжа – Лемана та рівень ризику для BL(MM)–критерію.

Також можливе введення вказаних параметрів за замовченням, тоді використовується автоматичний введення середніх значень вказаних вище показників. Передбачена можливість вибору критерію для розв’язання

поставленої задачі прийняття оптимальних рішень. Даний програмний продукт написаний на мові програмування C++, та скомпільовано за допомогою Code Block. Програма створена з виконанням таких вимог: простоти використання, легкості, зручності роботи з інтерфейсом, а також максимізації швидкості та використання мінімальних ресурсів. В програмі передбачена можливість змінні розміру матриці. Для роботи необхідно лише ввести розмірність матриці. На рис. 3.1– 3.6 наведені результати–оптимальні варіанти рішень за визначеними критеріями.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	max
1	65	45	91	56	8	72	72	61	96	93	86	50	73	47	26	48	16	30	1	4	96
2	35	28	12	94	41	58	68	43	40	46	42	98	30	6	50	4	36	65	33	22	98
3	49	93	81	19	70	29	56	61	55	3	84	40	94	12	10	49	97	43	96	89	97
4	53	36	36	51	46	70	74	34	80	62	61	90	30	9	87	32	33	44	86	76	90
5	23	15	73	62	65	44	26	81	62	96	91	0	17	6	0	93	38	51	77	66	96
6	0	6	20	90	33	17	41	34	22	4	4	48	5	52	91	31	33	94	65	3	94
7	44	49	22	7	62	86	76	57	25	82	57	98	4	33	18	97	49	5	71	8	98
8	78	85	40	89	87	55	16	43	56	4	99	57	84	82	5	14	34	66	73	70	99
9	23	8	68	28	77	19	27	16	62	9	85	47	48	99	89	73	48	45	6	5	99
10	44	44	4	7	77	92	44	2	53	76	39	49	77	23	12	36	46	68	90	39	92

Критерий мінімакс: 99, № 8

Рисунок 3.1 – Критерій мінімакса

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	max
1	13	48	0	38	79	20	4	20	0	3	13	48	21	52	65	49	81	64	95	85	99
2	43	65	79	0	46	34	8	38	56	50	57	0	64	93	41	93	61	29	63	67	98
3	29	0	10	75	17	63	20	20	41	93	15	58	0	87	81	48	0	51	0	0	94
4	25	57	55	43	41	22	2	47	16	34	38	8	64	90	4	65	64	50	10	13	99
5	55	78	18	32	22	48	50	0	34	0	8	98	77	93	91	4	59	43	19	23	91
6	78	87	71	4	54	75	35	47	74	92	95	50	89	47	0	66	64	0	31	86	97
7	34	44	69	87	25	6	0	24	71	14	42	0	90	66	73	0	48	89	25	81	97
8	0	8	51	5	0	37	60	38	40	92	0	41	10	17	86	83	63	28	23	19	94
9	55	85	23	66	10	73	49	65	34	87	14	51	46	0	2	24	49	49	90	84	96
10	34	49	87	87	10	0	32	79	43	20	60	49	17	76	79	61	51	26	6	50	93

Решение по критерию Севиджа: 91, № 5

Рисунок 3.2 – Критерій Севіджа

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	max
1	0	25	26	33	34	72	92	16	32	27	85	26	45	39	1	70	44	62	76	38	94
2	59	82	72	55	54	82	35	0	39	58	64	63	73	79	15	41	9	84	48	3	93
3	3	60	47	97	43	21	48	55	0	6	55	67	18	73	40	87	0	16	27	5	92
4	4	93	40	0	89	17	35	24	86	10	39	22	0	0	19	43	21	11	80	19	97
5	12	26	8	5	0	19	67	2	11	0	8	3	31	2	68	0	38	1	80	0	89
6	14	4	74	57	75	86	0	51	22	62	42	45	64	43	36	45	29	75	70	8	99
7	61	19	53	36	82	0	77	65	19	73	61	23	58	50	20	69	53	48	77	25	92
8	62	78	42	61	19	3	4	38	25	22	0	0	48	76	0	34	34	49	0	27	84
9	60	46	0	11	72	46	92	60	29	63	19	41	77	72	75	5	7	82	69	45	92
0	20	0	39	93	17	7	28	18	60	3	36	42	53	20	22	10	30	0	13	61	92

Решение по критерию Гермейера: 84, № 8

Рисунок 3.3 – Критерій Гермейера

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	max
1	32	8	95	9	9	70	47	86	60	42	71	68	31	27	31	23	58	48	31	94	95
2	61	1	1	51	34	55	23	28	16	35	49	79	4	85	99	98	30	83	58	42	99
3	48	27	20	33	37	84	85	41	97	94	90	31	90	67	49	32	34	54	55	62	97
4	28	18	5	50	44	50	59	24	87	31	20	25	42	17	2	13	65	47	77	35	87
5	7	30	25	61	84	60	73	46	47	78	61	67	18	10	84	85	82	69	34	32	85
6	43	20	84	9	72	36	78	12	59	4	3	70	52	26	91	8	66	10	77	7	91
7	89	66	81	79	42	77	21	73	84	78	45	26	12	36	75	80	40	40	35	63	89
8	15	62	73	88	60	52	1	57	71	31	7	74	44	59	46	26	36	1	92	45	92
9	77	83	32	4	85	56	24	69	12	20	50	25	77	46	60	44	95	81	59	23	95
10	85	92	44	15	29	5	80	69	16	51	46	45	20	90	94	60	42	8	69	53	94

Критерій Гурвица: 99, № 2

Рисунок 3.4 – Критерій Гурвица

Критерій Сэвиджа

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	max
1	60	48	62	16	40	82	64	59	73	41	21	66	45	61	35	44	56	0	10	72	94
2	36	98	38	7	26	80	77	62	32	35	10	14	41	48	1	80	43	46	69	91	98
3	41	28	70	88	78	72	2	28	16	20	41	0	62	24	50	28	36	17	2	83	96
4	33	21	15	94	64	0	79	18	23	0	44	74	9	4	52	64	30	51	87	93	98
5	54	0	25	0	27	16	0	23	18	0	0	18	90	61	17	35	0	66	30	11	84
6	94	30	15	28	76	10	80	32	36	10	20	75	58	0	1	51	36	17	46	59	94
7	84	49	45	51	28	93	87	19	53	20	1	53	48	46	54	64	50	4	0	1	99
8	16	14	79	78	0	63	65	0	38	68	11	72	70	72	0	13	41	27	88	20	90
9	31	73	0	14	10	65	75	77	69	59	36	33	0	96	47	0	30	21	50	0	88
10	0	59	63	22	67	88	24	30	0	70	6	38	29	19	28	50	35	73	44	84	94

Решение по критерию Байеса-Лапласа: 84, № 5

Рисунок 3.5 – Критерій Байеса Лапласа

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	max
1	36	50	37	83	49	11	29	26	22	53	30	32	51	37	49	50	43	90	78	22	90
2	60	0	61	92	63	13	16	23	63	59	41	84	55	50	83	14	56	44	19	3	92
3	55	70	29	11	11	21	91	57	79	74	10	98	34	74	34	66	63	73	86	11	98
4	63	77	84	5	25	93	14	67	72	94	7	24	87	94	32	30	69	39	1	1	94
5	42	98	74	99	62	77	93	62	77	94	51	80	6	37	67	59	99	24	58	83	99
6	2	68	84	71	13	83	13	53	59	84	31	23	38	98	83	43	63	73	42	35	98
7	12	49	54	48	61	0	6	66	42	74	50	45	48	52	30	30	49	86	88	93	93
8	80	84	20	21	89	30	28	85	57	26	40	26	26	26	84	81	58	63	0	74	89
9	65	25	99	85	79	28	18	8	26	35	15	65	96	2	37	94	69	69	38	94	99
10	96	39	36	77	22	5	69	55	95	24	45	60	67	79	56	44	64	17	44	10	96

Ходжи-Лемана: 99, № 5

Рисунок 3.6 – Критерій Ходжа–Лемана

Як можна бачити, критерії дали різні результати, тобто не визначено одного оптимального варіанту, тому особа, що приймає рішення робить висновок враховуючи вибір усіх критеріїв, а саме дає рекомендацію на основі вибору більш песимістичного критерію (ММ–критерій) або більшості критеріїв. У даному випадку більшість критеріїв вважає, що варіант 5 є оптимальним, при цьому песимістичний критерій теж дає результат на користь цього варіанту. Тому програма робить висновок, що оптимальним є варіант 5.

Слід додати, що є можливим наступний варіант: більшість критеріїв обирають один результат, а песимістичні – інший. В такому випадку програма повідомляє, що у разі, якщо ризик потрібно мінімізувати, слід обрати варіант запропонований песимістичними критеріями, у протилежному випадку, коли деякий ризик є допустимим, слід обрати варіант, який запропонувала більшість критеріїв.

З усіх побачених вище прикладів видно, що розроблений програмний продукт «KRITERII» легкий в використанні та дозволяє якісно та швидко прийняти оптимальне рішення.

Цей програмний продукт може бути корисним при прийнятті технічних, управлінських та інших рішень у сферах, де ризик при прийнятті рішення потрібно мінімізувати, також програму «KRITERII» можна застосовувати у навчальному процесі при вивченні курсів пов'язаних з теорією прийняття рішень.

3.2 Проведення аналізу отриманих результатів

Вхідними даними для програмного продукту «KRITERII» є формалізовано поставлена задача – тобто, матриця оцінок (рішень), в якій зазначені ймовірності появи станів зовнішнього середовища, ваговий множник для критерію Гурвіца, ступінь довіри для критерію Ходжа – Лемана та рівень ризику для BL(MM)–критерію.

Як можна побачити з п.3.1 розроблений програмний продукт є досить простим у використанні та досить швидко дає результат згідного якого можна зробити висновок, що оптимальним буде варіант 5, але необхідно враховувати для якої з галузей проводилось дослідження:

а) якщо це є технічні системи, тоді необхідно застосувати оптимальний варіант з мінімальним ризиком, тобто критерій мінімакса або Байеса-Лапласа;

б) якщо об'єктом дослідження є економічна задача, тоді головним є критерій Гермейера.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена алгоритмізації процесу пошуку оптимальних розв'язків у задачах прийняття рішень.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було наведено класифікацію задач прийняття рішень, основні елементи процесу прийняття рішень, розглянуто формальну модель задачі теорії прийняття рішень, основні етапи процесу прийняття рішень, основні принципи та процедури системного аналізу та системного підходу, методологічні особливості застосування системного підходу при розв'язанні задач прийняття рішень, а також математичний апарат системного аналізу, базові оціночні функції та критерії прийняття рішень, виділені проблеми алгоритмізації системних досліджень.

Для виділених задач розглянуто класичні та похідні критерії прийняття рішень, які будуються на основі оціночних функцій та дозволяють отримувати оптимальні рішення. На основі цих критеріїв розроблено програмний продукт «KRITERII», проведено обчислювальні експерименти і зроблено висновки за отриманими результатами. В якості переваг можна виділити те, що програма має деякі обмеження, що стосуються розмірності матриці рішень (до 10x10 включно), а також цей програмний продукт дозволяє неупереджено, ефективно та швидко прийняти оптимальне рішення, яке виключає будь-який ризик. Тому цей продукт може бути корисним при прийнятті технічних, управлінських та інших рішень у сферах, де ризик при прийнятті рішення потрібно мінімізувати, також програму «KRITERII» можна застосовувати у навчальному процесі при вивченні курсів пов'язаних з теорією прийняття рішень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Горбань О. М., Бахрушин В.Є. Основи теорії систем і системного аналізу. Запоріжжя : ГУ ЗІДМУ, 2004. 138 с.
2. Доброжанська О. Л. Системний аналіз. Київ : КНУ, 2004. 149 с.
3. Рыков А. С. Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации. Москва : МИСиС, 2009, 208 с.
4. Богданов А. А. Тектология: всеобщая организационная наука. Москва : Экономика, 1989, 171 с.
5. Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Исследования по общей теории систем. Москва : Прогресс, 1969, 520 с.
6. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. Москва : Сов. радио, 1979, 279 с.
7. Квейд Э. Анализ сложных систем. Москва : Сов. радио, 1969. 520 с.
8. Малиновский А. А., Тимофеев–Ресовский Н.В. Системные исследования: ежегодник. Москва : Наука, 1972, 232 с.
9. Мушик П., Мюллер Э. Методы теории технических решений. Москва : Наука, 1980. 290 с.
10. Волкова В.Н., Козлов В.Н. Системный анализ и принятие решений. Москва : Высшая школа, 2004. 300 с.
11. Козлов В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. Москва : Проспект, 2010. 113 с.
12. Винер Н. Кибернетика и общество. Москва : Иностранная литература, 1958. 126 с.
13. Берг А., Кольман Э. Возможное и невозможное в кибернетике. Москва : Наука, 1964,. 153 с.
14. Пригожин И, Кондепуди Д. Современная термодинамика. Москва : Мир, 2002. 187 с.

15. Рубанов В. Системна сутність політичного аналізу. Харків : ХНУ, 2010. 243 с.
16. Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход., Москва : Эдиториал, 1997. 134 с.
17. Шрагина Л. И. Проблемы применения системного подхода в психологии. Одесса : ОНУ, 2015. 448 с.
18. Блауберг И. В., Содовский В. Н. Системный подход в современной науке. Москва : Мысль, 1970. 348 с.
19. Ракитов А. И. Философские проблемы науки: Системный подход. Москва: Мысль, 1977, 270 с.
20. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. Москва : Наука, 1985. 462 с.
21. Барталанфи Л. фон. История и статус общей теории систем. Москва : Наука, 1973. 120 с.
22. Юдин Э. Г. Системный подход и принцип деятельности: методологические проблемы современной наука. Москва : Наука. 1978. 391 с.
23. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. Москва : Наука, 1974. 152 с.
24. Варенко В.М., Братусь І.В. Системний аналіз інформаційних систем. Київ : Університет «Україна», 2013. 104 с.
25. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. Москва : Высшая школа, 1989. 269 с.
26. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений. Москва : Логос, 2002. 323 с.
27. Дорогов В. Г., Теплова Я. О. Введение в методы и алгоритмы принятия решений. Москва : Форум–Инфа–М, 2012. 77 с.
28. Волкова В.Н., Воронков В. А. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи. Москва : Радио и связь, 1983. 60 с.

Додаток А

Критерії Гермейера та Гурвітца

```
#include <iostream>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <stdio.h>
#include <windows.h>

using namespace std;

int main()
{
    SetConsoleCP(1251);
    SetConsoleOutputCP(1251);
    const int n=10, m=20;
    int i,j, numO, numH;
    i=0; j=0;
    double e[n][m], a[n][m],c[n][m] , maxE, maxEE[n], Sum[n], minHH[n],
minHHH[n], maxH, mo[n];

    system("cls");
    void randomize();
    srand(time(NULL));

    for(i=0;i<n;i++)
```

```

{
  for(j=0;j<m;j++)
    e[i][j]=rand()%100;
}

system("cls");
cout<<"Критерий Гурвица"<<endl<<endl;
for(i=0;i<n;i++)
  for(j=0;j<m;j++)
    a[i][j]=e[i][j];

for(i=0;i<n;i++) //находим максимум в каждой строке
{
  maxEE[i]=a[i][0];
  for(j=0;j<m;j++)
    if(a[i][j]>maxEE[i])
      maxEE[i]=a[i][j];
}

maxE=maxEE[0]; numO = 0;
for(i=1;i<n;i++) //находим максимум среди максимумов
  if(maxE<maxEE[i])
    { maxE=maxEE[i];numO=i;}

cout<<" "<<"| ";
for (i=0; i<m; i++)
  cout<<setw(2)<<i+1<<" ";
cout << "|max";

```

```

cout<<endl<<"-----"
-----" <<endl;

for(i=0;i<n;i++)
{
    cout<<setw(2)<<i+1<<"| ";
    for(j=0;j<m;j++) cout<<setw(2)<<a[i][j]<<" ";
    if(j==m) cout<<"|"<<maxEE[i]<<endl;
}

cout<<endl<<"Критерий Гурвица: "<<maxE<<" , № " << numO+1;
_getch();

for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        a[i][j]=e[i][j];

cout<<endl<<endl<<" Критерий Гермейера "<<endl<<endl;
for (j=0;j<m;j++)
    //находим для каждой строки
    {
        minHH[j]=a[0][j];
        for (i=0;i<n;i++)
            {
                if(a[i][j]>minHH[j]) minHH[j]=a[i][j]; //максимум для каждого столбца
            }
    }

    for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        c[i][j]=e[i][j];

```

```

for(i=0;i<n;i++)
for(j=0;j<m;j++)
    c[i][j]=minHH[j]-c[i][j];// матрица потерь

for(i=0;i<n;i++)
{ minHH[i]=c[i][0];
  for (j=0;j<m;j++)
  {
    if(c[i][j]>minHH[j]) minHH[j]=c[i][j];//максимум для каждой
    строчки матрицы перемен
  }
}

maxH=minHHH[0]; numH = 0;
for (i=0;i<n;i++)
  if (minHHH[i]<maxH) {maxH=minHHH[i]; numH=i;}

cout<<" "<<"| ";
for (i=0; i<m; i++)
  cout<<setw(2)<<i+1<<" ";
cout << "|max|";
cout<<endl<<"-----"
-----" <<endl;

for (i=0;i<n;i++)
{
  cout<<setw(2)<<i+1<<"| ";
  for (j=0;j<m;j++) cout<<setw(2)<<c[i][j]<<" ";
}

```

```
        cout<<setw(2)<<"|  
" <<setw(2)<<minHHH[i]<<"|" <<setw(6)<<setw(4)<<endl;  
    }  
    cout<<endl<<"Решение по критерию Гермейера: " <<maxH<<" , №"  
" <<numH+1<<endl;  
  
    _getch();  
    return 0;  
}
```


Додаток Б

Критерії Севіджа та мінімакс

```
#include <iostream>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <iomanip>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <stdio.h>
#include <windows.h>

using namespace std;

int main()
{
    SetConsoleCP(1251);
    SetConsoleOutputCP(1251);
    const int n=10, m=20;
    int i,j, numO, numH;
    i=0; j=0;
    double e[n][m], a[n][m],c[n][m] , maxE, maxEE[n], Sum[n], minHH[n],
minHHH[n], maxH, mo[n];

    system("cls");
    void randomize();
    srand(time(NULL));

    for(i=0;i<n;i++)
```

```

{
    for(j=0;j<m;j++)
        e[i][j]=rand()%100;
}

system("cls");
cout<<"Критерий Севиджа"<<endl<<endl;
for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        a[i][j]=e[i][j];

for(i=0;i<n;i++) //находим максимум в каждой строчке
{
    maxEE[i]=a[i][0];
    for(j=0;j<m;j++)
        if(a[i][j]>maxEE[i])
            maxEE[i]=a[i][j];
}

maxE=maxEE[0]; numO = 0;
for(i=1;i<n;i++) //находим максимум среди максимумов
    if(maxE<maxEE[i])
        { maxE=maxEE[i];numO=i;}

cout<<" "<<"| ";
for (i=0; i<m; i++)
    cout<<setw(2)<<i+1<<" ";
cout << "|max";

```

```

cout<<endl<<"-----"
-----" <<endl;

for(i=0;i<n;i++)
{
    cout<<setw(2)<<i+1<<"| ";
    for(j=0;j<m;j++) cout<<setw(2)<<a[i][j]<<" ";
    if(j==m) cout<<"|"<<maxEE[i]<<endl;
}

cout<<endl<<"Критерий мінімакса: "<<maxE<<" , № " << numO+1;
_getch();

for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        a[i][j]=e[i][j];

cout<<endl<<endl<<" Критерий Севіджа "<<endl<<endl;
for (j=0;j<m;j++)
    //находим для каждой строки
    {
        minHH[j]=a[0][j];
        for (i=0;i<n;i++)
            {
                if(a[i][j]>minHH[j]) minHH[j]=a[i][j]; //максимум для каждого столбца
            }
    }

    for(i=0;i<n;i++)
    for(j=0;j<m;j++)
        c[i][j]=e[i][j];

```

```

for(i=0;i<n;i++)
for(j=0;j<m;j++)
    c[i][j]=minHH[j]-c[i][j];// матрица потерь

for(i=0;i<n;i++)
{ minHH[i]=c[i][0];
  for (j=0;j<m;j++)
  {
    if(c[i][j]>minHH[j]) minHH[j]=c[i][j];//максимум для каждой
    строчки матрицы перемен
  }
}

maxH=minHHH[0]; numH = 0;
for (i=0;i<n;i++)
  if (minHHH[i]<maxH) {maxH=minHHH[i]; numH=i;}

cout<<" "<<"| ";
for (i=0; i<m; i++)
  cout<<setw(2)<<i+1<<" ";
cout << "|max|";
cout<<endl<<"-----"
-----" <<endl;

for (i=0;i<n;i++)
{
  cout<<setw(2)<<i+1<<"| ";
  for (j=0;j<m;j++) cout<<setw(2)<<c[i][j]<<" ";
}

```

```
        cout<<setw(2)<<"|  
" <<setw(2)<<minHHH[i]<<"|" <<setw(6)<<setw(4)<<endl;  
    }  
    cout<<endl<<"Решение по критерию мінімакса: " <<maxH<<" , №"  
" <<numH+1<<endl;  
  
    _getch();  
    return 0;  
}
```

Додаток В

Критерій Байеса-Лапласа

```
#include <stdlib.h>
#include <iostream>
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <iomanip>
using namespace std;

int main ()
{
    int i,j,min,fl=1,z=0, max;
    double bl ;
    const int n=3, m=4;
    double BL[n], q[m];
    int a[n][m], mm[n];
    for(i=0; i<n;i++) for(j=0;j<m;j++)
        cin>>a[i][j];
    for(j=0;j<m;j++)
        cin>>q[j];
    for(i=0; i<n;i++)
        for(j=0;j<m;j++)
        {
            fl++;
            cout << a[i][j]<<" ";
            if (fl > m)
            {
```

```

        fl=1;
        min = a[i][j];
        for(j=0;j<m;j++)
            if (a[i][j] <= min) min=a[i][j];
        cout <<" min=" <<min;
        mm[z]=min;
        for(j=0;j<m;j++) bl=bl+a[i][j]*q[j];
        bl=bl/m;
        cout <<"  bl=" <<bl;
        BL[z]=bl;
        cout << endl;
        z=z+1;
    }
}
cout << endl;

```

```

min=mm[0];
for(j=0;j<n;j++)
    if (mm[j]>=min) min=mm[j] ;
cout << "minimaksn= " <<min << endl;
bl=BL[0];
for(j=0;j<n;j++)
    if (BL[j]>=bl) bl=BL[j] ;
cout << "BaesaLaplasa= " <<bl << endl;

```

```

getch();

```

```

}

```

Додаток Г

Критерій Ходжи-Лемана

```
#include <stdlib.h>
#include <iostream>
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <iomanip>
using namespace std;

int main ()
{
    int i,j,min,fl=1,z=0, max;
    double hl, bl;
    int n, m, v;
    cout <<"n=";
    cin>>n;
    cout <<"m=";
    cin>>m;
    double HL[n], q[m], BL[n];
    int mm[n];
    double a[n][m];
    cout <<"a[i][j]=";
    for(i=0; i<n;i++) for(j=0;j<m;j++)
        cin>>a[i][j];
    cout <<"q[j]=";
    for(j=0;j<m;j++)
        cin>>q[j];
```



```
        cout << endl;

hl=HL[0];
for(j=0;j<n;j++)
    if (HL[j]>=hl) hl=HL[j] ;
cout << "HojaLemana= " << hl << endl;

    getch();
}
```