

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра економіки та управління виробничим  
і комерційним бізнесом**

**Н. Є. Каличева, І. Л. Назаренко, А. Р. Мазіашвілі**

**ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА**

*Конспект лекцій*

**Частина 1**

**Харків – 2026**

Каличева Н. Є., Назаренко І. Л., Мазіашвілі А. Р. Економічна кібернетика: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2026. – Ч. 1. – 70 с.

Освітня компонента «Економічна кібернетика» формує у здобувача системне світосприйняття, прогресивне економічне мислення щодо дослідження економічних систем як систем універсального типу, усвідомлення наукових підходів щодо розв'язання економічних проблем із використанням моделювання, найсучасніших інформаційних технологій, нових комп'ютерних методів управління та ухвалення ефективних управлінських рішень.

Конспект лекцій складається з двох частин. У першій частині розкрито основи економічної кібернетики та системного аналізу.

Рекомендовано для видання і використання в навчальному процесі УкрДУЗТ для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальності С1 «Економіка та міжнародні економічні відносини (за спеціалізаціями)» ОП «Економіка підприємства» з освітньої компоненти «Економічна кібернетика» для всіх форм здобуття освіти.

Іл. 2, бібліогр.: 15 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри економіки та управління виробничим і комерційним бізнесом 9 лютого 2026 р., протокол № 7.

Рецензент

проф. В. О. Овчиннікова

## ЗМІСТ

Вступ	5
Лекція 1. Сутність кібернетики: поняття, історія, особливості застосування	6
1.1 Історія становлення кібернетики	6
1.2 Особливості кібернетики	9
1.3 Закони та принципи кібернетики	12
1.4 Економічна кібернетика – наукова дисципліна	18
Лекція 2. Основні поняття теорії систем	20
2.1 Загальні поняття	20
2.2 Класифікація систем	27
2.3 Суть системного аналізу	30
Лекція 3. Проблема і способи її розв’язання	33
3.1 Поняття проблеми	33
3.2 Способи розв’язання проблем	34
3.3 Управління проблемами	37
Лекція 4. Системний аналіз в управлінні соціально-економічними системами	42
4.1 Основні етапи системного аналізу	42
4.2 Особливості системного дослідження	45
Лекція 5. Моделі та моделювання	52
5.1 Основні поняття і визначення	52
5.2 Роль моделювання для вивчення різних процесів і явищ	54
5.3 Види моделювання	56
5.4 Функції моделювання	59
Лекція 6. Основи економіко-кібернетичного моделювання	60
6.1 Економічне моделювання	60
6.2 Вплив кібернетики на економічне моделювання	62
6.3 Цифрове моделювання економіки	65
Список літератури	69

## Тематичний план

Тема лекції	Кількість годин
Лекція 1. Сутність кібернетики: поняття, історія, особливості застосування	2
Лекція 2. Основні поняття теорії систем	2
Лекція 3. Проблема і способи її розв'язання	2
Лекція 4. Системний аналіз в управлінні соціально-економічними системами	4
Лекція 5. Моделі та моделювання	2
Лекція 6. Основи економіко-кібернетичного моделювання	4

## ВСТУП

Метою освітньої компоненти «Економічна кібернетика» є формування здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо використання методів системного аналізу, економіко-математичного моделювання, оптимізації та прогнозування для обґрунтування управлінських рішень у соціально-економічних системах.

Після завершення курсу здобувачі вищої освіти повинні:

- розуміти базові поняття кібернетики, теорії систем і системного аналізу;
- уміти формулювати проблемні ситуації та вибирати способи їх розв’язання на основі системного підходу;
- застосовувати економіко-математичні моделі для аналізу, прогнозування та оптимізації економічних процесів;
- використовувати ІКТ (зокрема табличні процесори) для розв’язання прикладних задач і підготовки аналітичних звітів;
- оцінювати альтернативи та обґрунтовувати рішення з урахуванням ризиків, обмежень і багатокритеріальності.

Конспект складається з двох частин. У першій частині розкрито сутність кібернетики як науки, окреслено основні поняття економічної кібернетики та системного аналізу.

## ЛЕКЦІЯ 1

### Сутність кібернетики: поняття, історія, особливості застосування

#### План лекції

- 1.1 Історія становлення кібернетики.
- 1.2 Особливості кібернетики.
- 1.3 Закони та принципи кібернетики.
- 1.4 Економічна кібернетика – наукова дисципліна.

#### 1.1 Історія становлення кібернетики

**Кібернетика** — міждисциплінарний напрям у науці, який виник у другій половині ХХ ст. для позначення і опису процесів управління в складних системах: соціальних, біологічних і технічних.

Більшість кібернетиків офіційною датою започаткування кібернетики як самостійної науки вважають рік опублікування американським ученим Н. Вінером книги «Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine» («Кібернетика, або Управління і зв'язок у тварині та машині», 1948). Насправді як цілісну систему знань кібернетику розробив і презентував у 1956 р. У.-Р. Ешбі [1].

**Кібернэтика** (від грец. κυβερνητική – мистецтво управління) – наука про загальні закони одержання, зберігання, передавання та перетворення інформації у складних керуючих системах.

Становленню кібернетики сприяв розвиток деяких розділів науки і техніки, зокрема математики й автоматики, її зародження тісно пов'язане з появою і стрімким поширенням ЕОМ.

Уперше термін кібернетики вжив давньогрецький філософ Платон для визначення мистецтва керманича, а в 1834 р. французький учений А.-М. Ампер – для неіснуючої ще в той час науки про управління суспільством.

Кожна наука традиційно починає своє становлення як відповідь для розв'язання конкретної практичної задачі. У випадку кібернетики такою задачею стало управління зенітним вогнем.

Наприкінці 1930-х рр. розроблення систем зенітного вогню набуло надзвичайної актуальності. Уперше військові підійшли до цього питання не лише з точки зору одиничного «прицільного пострілу», але і з прагненням забезпечити найвищу ймовірність ураження цілі — літака — мінімальною кількістю витрачених боєприпасів. Це потребувало переходу від методу точного пострілу до концепції створення зенітних бар'єрів, для чого знадобилося застосувати моделювання [1].

Першим кроком було моделювання руху літака. Якщо відомо його поточне положення і швидкість, можна передбачити наступне місце розташування. Однак тут виникала проблема: літаком керував пілот, який прагнув маневрувати, щоб уникнути атаки, що спричинило потребу розраховувати не одну конкретну траєкторію, а цілий спектр можливих варіантів руху, де деяким траєкторіям надавали більшу ймовірність, ніж іншим.

Але як літати, щоб не бути ураженим? Очевидно, виконувати якомога більше нестандартних маневрів. Наприклад, у льотних училищах особливу увагу приділяють «чистоті виконання» фігур вищого пілотажу. І хоча це забезпечує високу технічну майстерність, такі пілоти стають прогнозованими, що значно збільшує їхню вразливість. Іван Кожедуб, знаменитий ас і льотчик-випилювач Другої світової війни, свідомо відпрацьовував нестандартні маневри, які називав «крюками». Це викликало критику, адже він був льотчиком-інструктором і мав бути прикладом для інших. Проте в бойових умовах саме ці дії допомогли йому вижити, тоді як більшість його колег-інструкторів, які ретельно виконували традиційні фігури пілотажу, були збиті вже під час перших бойових вильотів. Подібний принцип працює і в менеджменті: найбільший успіх дають нетрадиційні розв'язки задач [2].

На траєкторії руху літака впливають не лише конструктивні особливості машини, а й фізіологічні обмеження пілота. Наприклад, прискорення понад  $8g$  (де  $g$  — прискорення вільного падіння) є неприпустимим через втрату свідомості пілотом.

Ще одним важливим аспектом було забезпечення стрільби «на випередження», тобто обстріл проводили вздовж траєкторій із найбільшою ймовірністю. Для цього була необхідна модель самого зенітного знаряддя, ураховуючи його інерційність і технічні характеристики.

Зрештою довелось об'єднати три складові: модель польоту літака, модель зенітного знаряддя і модель стрільби, створивши єдину систему для досягнення мети — максимального ураження супротивника за допомогою мінімальних ресурсів.

У середині 1980-х р. ця проблема знову стала актуальною через появу крилатих ракет, які летять на дуже низькій висоті (25–30 м над землею). Оптимальним рішенням стали автоматичні зенітні комплекси, які без участі людини могли ефективно оцінювати траєкторії ракети і автоматично вести артилерійський вогонь для її ураження.

Свого активного розвитку цей напрям набув у 1950-х рр. завдяки Стаффорду Біру, британському кібернетику, який був видатним теоретиком і практиком у сфері дослідження операцій. Його ідеї стали поштовхом для створення інноваційних підходів щодо економічного управління.

У 1970-х рр. Стаффорд Бір керував знаковим проєктом комп'ютеризованого управління економікою Чилі. Він запропонував принципово новий підхід: замість традиційної ієрархічної структури систему організували як замкнений цикл. Між урядом і виробничими компаніями був створений спеціальний управлінський апарат, який координував ухвалення рішень.

Завдання цього апарату полягали у збалансованому розподілі ресурсів, зборі та передаванні інформації до всіх складових елементів системи, а також у контролюванні виконання завдань. Основна мета полягала в забезпеченні стабільного функціонування всієї економічної машини.

Проте в 1973 р. через державний переворот і зміну політичного режиму в Чилі проєкт Біра був завершений, залишивши по собі вагомий слід в історії управлінських систем [2].

Сучасне застосування економічної кібернетики охоплює широкий спектр напрямів [3]:

- розроблення програмних рішень на базі штучного інтелекту для підтримки бізнесу;
- проєктування економічних механізмів, таких як аукціони, конкурси та державні замовлення;
- управління знаннями;
- аналіз і функціонування інформаційних ринків.

Формування кібернетики як окремої науки стало по-справжньому революційним явищем, що спричинило значну трансформацію всього сучасного наукового світогляду. Ідеї Вінера про природу інформації та ентропії, а також їхню роль в організованих системах безпосередньо вплинули на розвиток досліджень, які зрештою призвели до виникнення теорії інформації.

## **1.2 Особливості кібернетики**

*Однією з важливих думок, привнесених кібернетикою в сучасний світогляд, є новий підхід щодо розуміння складових навколишнього світу. Традиційна концепція, що визнавала світ як сукупність матерії та енергії, поступилася місцем уявленню про його тричастинну структуру: енергію,*

матерію та інформацію. Інформація відіграє вирішальну роль у формуванні організованих систем, до яких належать як природні живі організми, так і створені людиною керовані механізми. Організованість таких систем не лише забезпечує їхню функціональність, а і допомагає їм протистояти хаотичним тенденціям, передбаченим другим законом термодинаміки. Збереження цієї впорядкованості стає можливим завдяки постійному потоку інформації, яку вони отримують з навколишнього середовища та використовують для відстеження зовнішніх і внутрішніх процесів.

*Унікальність кібернетики полягає в підході щодо аналізу керованих систем не як стаціонарних об'єктів, а як таких, що перебувають у русі та підлягають розвитку.* Такий динамічний погляд кардинально змінює методи їх вивчення і допомагає виявляти закономірності та факти, які в іншому випадку залишилися б невидимими. Дослідження динаміки систем забезпечує глибше розуміння їхньої стійкості — параметра, який є критичним для оцінювання ефективності роботи багатьох систем і визначення їхньої довгострокової життєздатності [4].

*Кібернетика аналізує не окремі ізольовані системи, а взаємопов'язаний комплекс, до якого може бути включений увесь Всесвіт.* Вона враховує численні зв'язки між частинами складних систем, які визначають їхні характеристики, поведінку, динаміку розвитку, процеси загибелі, навіть можливість відтворення. Основним принципом кібернетичного підходу є відносність погляду на систему: один і той самий набір елементів можна в одному контексті розглядати як незалежну структуру, а в іншому — як частину ширшої системи. Наприклад, пневматичний молоток може бути визначений як окрема динамічна система або як елемент більш складної системи: взаємодії людини з інструментом. У той же час ця сукупність стає частиною організації, де працює людина. Тож властивості будь-яких об'єктів коректно оцінити

можна лише за умови аналізу їхніх багатогранних зв'язків з іншими об'єктами та середовищем [5].

*Незалежно від точності та ретельності досліджень системи, неможливо уникнути впливу численних факторів, які безпосередньо чи опосередковано визначають її поведінку. Усвідомлення цього призводить до необхідності враховувати випадкові процеси і явища, які виникають через невраховані зв'язки та дії. Для вивчення таких систем кібернетика активно застосовує статистичні методи. Ці методи дають змогу моделювати і передбачати поведінку складних систем не в абсолютному значенні, а як імовірнісні середні показники, забезпечуючи при цьому високу точність і надійність прогнозів.*

Ідеї та методи, які сформовані в кібернетиці, спрямовані на досягнення низки стратегічних цілей, що постають перед цією наукою [4]:

а) визначення основних фактів, спільних для всіх керованих систем або хоча б деяких їхніх класів. Як і в будь-якій теорії, емпірична база відіграє вирішальну роль, слугуючи основою для формулювання гіпотез, створення теоретичних концепцій і виявлення закономірностей;

б) аналіз обмежень, притаманних керованим системам, із з'ясуванням їхньої природи. Це дає змогу окреслити межі свободи проєктувальника для вибору структури системи, визначити можливості керуючих пристроїв впливати на систему та відслідковувати здатність керованих об'єктів змінювати свої стани;

в) встановлення універсальних законів, які регулюють функціонування керованих систем. Використовуючи зібрані фактичні дані та спираючись на відповідну аксіоматику, кібернетика, як і будь-яка інша точна наука, має поступово формувати чітко організовану систему теоретичних положень, принципів і законів, які стануть її фундаментом;

г) визначення шляхів реалізації отриманих фактів і закономірностей у практичній діяльності людей. Цей прикладний аспект кібернетики є

настільки ж важливим, як і її теоретичне обґрунтування. Дослідження поведінки систем, виявлення законів і фактів втратило б сенс без їх реалізації у практичних цілях. Утім, теорія сама по собі не завжди забезпечує готові розв'язки для прикладних задач. Щоб інтегрувати теоретичні положення з практикою, необхідно створити механізми переходу між ними — адаптувати теоретичну базу до специфіки прикладних ситуацій. У цьому процесі враховують особливості певних класів керованих систем. Застосування загальних методів кібернетики до реальних задач відбувається в межах таких галузевих наук, що виникли на її основі: технічна кібернетика, економічна кібернетика, біологічна кібернетика та соціальна кібернетика.

### **1.3 Закони та принципи кібернетики**

Кібернетика досліджує процеси отримання, передавання, накопичення, перетворення, обробки та застосування інформації в машинах, живих організмах і їхніх об'єднаннях. Одним із важливих здобутків цієї науки є встановлення взаємозв'язку між управлінням та інформаційними процесами. Це дає змогу не лише зрозуміти технології організації управління, а й аналізувати їх за допомогою кількісних методів [5].

Відмінною рисою *кібернетичного підходу* щодо пізнання та вдосконалення управлінських процесів є використання аналогій із явищами живої й неживої природи, а також моделювання.

*Головна мета кібернетики* полягає в досягненні оптимального рівня управління за рахунок методів і засобів, притаманних цій галузі, тобто ухваленні найбільш ефективних рішень.

Отже, *кібернетичне управління* можна охарактеризувати як таке, що передбачає [6]:

1 Розгляд організації як складної системи, де кожен елемент оцінюють не лише окремо, але і як частину великого цілого.

2 Вирішення багатоваріантних динамічних завдань організації оптимальними шляхами.

3 Застосування специфічних кібернетичних методів, таких як зворотний зв'язок, саморегуляція та самоорганізація.

4 Активне використання механізації та автоматизації управлінських процесів через впровадження обчислювальної техніки і комп'ютерних технологій.

Завдяки такому підходу кібернетика знаходить широке практичне застосування в різних сферах людської діяльності, включаючи економіку. Її інтеграція в економічну галузь сформувала напрям економічної кібернетики – дослідження економічних явищ і розв'язання практичних задач за допомогою наукових методів кібернетики.

Кібернетика активно впроваджує низку *принципів і законів* в управлінські теорії, таких як закон необхідного розмаїття, принципи емерджентності, зворотного зв'язку, декомпозиції, ієрархії управління та саморегуляції. Ці концепції допомагають ефективніше організовувати управлінські системи [5].

**Закон необхідного розмаїття**, який уперше сформулював У.-Р. Ешбі, стверджує, що для ефективного управління складною системою необхідно забезпечити відповідний рівень різноманітності самого механізму управління. Іншими словами, чим більше зовнішніх факторів впливає на систему, тим більшу кількість можливих станів вона повинна мати для адекватного реагування. Відсутність цієї відповідності може призводити до дисбалансу і порушення цілісності системи.

Зменшення різноманітності поведінки керованого об'єкта можливе лише за рахунок збільшення різноманітності управлінського органу. Це означає, що управлінський компонент має бути здатний створювати

необхідну кількість команд і сигналів для ефективного функціонування системи. Без цього досягнення повного управління стає неможливим.

Управління великою організацією зведено до скорочення невизначеності системи через управлінські дії. За цим законом, складність керуючої системи має зростати разом із ускладненням керованої системи. Це пояснює тенденцію до вдосконалення адміністративних механізмів великих корпоративних структур у сучасних умовах. Однак розвиток керуючих систем має базуватися не на збільшенні людських ресурсів, а впровадженні комп'ютерних технологій і математичних методів.

Закон необхідного розмаїття відіграє головну роль у створенні оптимальної структури управлінської системи. Якщо центральний орган не має необхідного рівня різноманітності, слід розвивати ієрархічну структуру, делегуючи частину рішень нижчим рівням, щоб уникнути надмірної централізації.

*Оптимальний ступінь різноманітності для розроблення будь-яких систем* — організації виробництва, планування, обслуговування, оперативного управління, систем оплати праці тощо — є однією з найважливіших і першочергових стадій застосування кібернетики для проектування та функціонування організацій. Цю думку добре ілюструє народна мудрість: «Одна голова добре, а дві – краще» і «Один у полі не воїн», що підкреслюють важливість взаємодії та комплексного підходу щодо управління.

**Принцип емерджентності.** Другий принцип, сформульований У.-Р. Ешбі, описує важливу властивість складних систем: чим більша система та чим більше різниця в масштабах між частинами й цілим, тим вища ймовірність того, що властивості цілої системи суттєво відрізняться від властивостей її елементів. Цей принцип акцентує увагу на можливості відмінностей між локальними цілями окремих елементів системи та її глобальною метою. Отже, для досягнення

загального результату необхідно удосконалювати як систему загалом, так і її елементи, спираючись не лише на аналіз, але і синтез. Зокрема, реалізація індивідуальних цілей (наприклад цілей працівників компанії) має сприяти досягненню загального оптимуму системи (компанії).

Цей принцип відіграє критичну роль у процесі оптимізації управління системами, визначаючи необхідність системного підходу для вирішення управлінських завдань.

**Принцип зовнішнього доповнення.** Уперше сформульований С. Т. Біром, цей принцип кібернетики підкреслює, що будь-яка система управління потребує резервів, або так званої «чорної скриньки». Ці резерви здатні компенсувати непередбачувані впливи як зовнішнього, так і внутрішнього середовища. Жоден ретельно спланований алгоритм не може врахувати всі можливі фактори, що впливають на підсистему в процесі її реалізації. Наприклад, це може проявлятися в недостатньому опрацюванні певних показників плану, незадовільному врахуванні факторів розвитку виробництва або низькій якості інформації, що циркулює в межах системи.

Невраховані фактори здатні суттєво знизити надійність функціонування системи. Щоб зберегти стабільність показників у межах допустимих значень, система повинна мати нормативний рівень резервів (тактичних, стратегічних, технічних, економічних тощо), близький до 85 %. Недовантаження в межах 15 % є тим резервом, що дає змогу компенсувати непередбачувані фактори: недосконалість конструкції, технологічні помилки чи недостатній рівень кваліфікації працівників.

**Закон зворотного зв'язку.** Четвертий принцип кібернетики займає особливе місце серед фундаментальних законів і відомий як закон зворотного зв'язку. Функціонування будь-якої системи передбачає наявність механізму зворотного зв'язку, який сигналізує про досягнутий результат. На базі отриманої інформації корегують керуючі впливи, забезпечуючи гнучкість і адаптивність системи до змін середовища чи внутрішніх процесів.

Ця величина за допомогою каналу зворотного зв'язку передається на вхід системи, корегуючи вхідний параметр  $r$ . У формі керуючого сигналу  $m$  вона по-новому впливає на об'єкт, утворюючи замкнутий контур.

Існують два типи зворотного зв'язку: негативний і позитивний. Негативний зворотний зв'язок зменшує вплив вхідного параметра на вихідну величину, сприяючи встановленню стійкої динамічної рівноваги системи. Натомість позитивний зворотний зв'язок підсилює цей вплив, що може призводити до нестійкої рівноваги. Аналогічні регулюючі механізми можна спостерігати як у біологічних системах, так і соціально-економічних. Основна функція негативного зворотного зв'язку — забезпечити саморегулювання та адаптацію системи до змін, спричинених зовнішніми чи внутрішніми факторами. Однією з найперспективніших сфер застосування цього принципу є розроблення самонавчальних систем управління у сфері виробництва.

Економічні системи постійно перебувають під впливом природних і соціальних факторів. Ці фактори здебільшого мають випадковий характер, а змінність і складність таких систем у часовому вимірі роблять їхню поведінку частково невизначеною, імовірнісною. У результаті економічні системи функціонують із неповною інформацією, а управління ними завжди відбувається в умовах невизначеності. Отже, ще одна важлива роль зворотного зв'язку полягає в його здатності надавати органу управління актуальні дані про стан системи. Це допомагає ухвалювати рішення навіть за відсутності повної інформації про зовнішні впливи, які викликають зміни.

Із позиції кібернетики зворотний зв'язок розглядають як специфічний інформаційний процес. Він охоплює передавання зовнішніх сигналів у систему, їх обробку у вихідні дані, а також повторний вплив отриманого результату через канал зворотного зв'язку для корекції початкових параметрів.

Одним із прикладів практичного застосування зворотного зв'язку у виробництві є диспетчерське управління. Диспетчер отримує оперативну інформацію про стан виробничих процесів і на основі цього формулює управлінські команди, реалізуючи принцип передавання даних як інтегровану інформацію про об'єкт управління.

Закон зворотного зв'язку стверджує, що будь-яке ефективне управління можливе лише за умови існування прямого і зворотного зв'язку між суб'єктом і об'єктом управління в рамках замкнутого контуру. У контексті планування цей закон підтверджує важливість єдності процесу створення плану і контролю його виконання через систему обліку та аналізу.

**Принцип вибору рішень** наголошує на необхідності ухвалення оптимального рішення через порівняння кількох альтернатив. Управлінський підхід, що базований на аналізі лише одного варіанта, є суб'єктивним і менш ефективним. Розроблення багатоваріантних рішень, використання колективного інтелекту і методів типу «мозкової атаки» допомагає об'єктивно оцінити широкий спектр можливостей і ухвалити оптимальне рішення для конкретної ситуації. Цей принцип ураховує взаємозв'язок кількісних і якісних змін у системі.

**Принцип декомпозиції** припускає, що будь-який об'єкт управління можна уявити як систему незалежних підсистем або елементів. Строго враховувати всі аспекти складного об'єкта для побудови регулятора практично неможливо через обмеження часу і ресурсів. Тому розподіл об'єкта на автономні ланки дає змогу здійснювати глибший аналіз його структури, визначати функціональні зв'язки між складовими елементами, оцінювати значення кожного компонента в загальній системі, а також покращувати процес управління і оптимізації його функціонування. Вплив вже не зведений лише до динамічних змін, а включає аналітичний підхід, зіставлення та розроблення різних варіантів реагування на отриману інформацію.

У контексті виробничого управління на рівні майстра ділянки процес має бути оперативним і орієнтованим на вирішення простих ситуацій. У той же час управління на рівні цеху передбачає більш ґрунтовний підхід, урахуваючи різні фактори і планування на довгострокову перспективу. Це зумовлює необхідність максимальної децентралізації, що забезпечує саморегулювання та самоорганізацію системи без залучення вищих рівнів управління.

Усі закони та принципи кібернетики тісно взаємопов'язані, взаємозалежні й мають бути обов'язково враховані з побудовою організаційної структури як суб'єкта, так і об'єкта управління. Це стосується також і тимчасового аспекту, від якого залежить ефективність планування і управлінських процесів.

#### **1.4 Економічна кібернетика - наукова дисципліна**

*Економічна кібернетика* – це міждисциплінарне поле, сформоване на перетині математики, економіки та кібернетики. Її завданням є вивчення руху інформаційних даних в економічних процесах і їхнього впливу на організацію та ефективність економічних систем [5].

*Економічна кібернетика* — це навчальний курс, присвячений вивченню впровадження ІТ-технологій у сферу аналітико-економічних розрахунків.

Галузь є доволі новою і досліджує способи застосування сучасних інформаційних технологій для оптимізації економічних процесів і розрахункових операцій.

*Предметом* курсу є аналітико-економічні операції, які виконують на конкретному підприємстві. Його *об'єкт* охоплює методи, засоби та підходи щодо оптимізації економіко-розрахункової діяльності підприємств.

Серед *основних завдань* дисципліни можна виділити [6]:

- систематизацію і поглиблення знань про інтеграцію інформатики та математики в різних галузях діяльності;
- розвиток навичок роботи в комп'ютерних системах і мережах;
- формування вмінь створювати моделі для розв'язання економічних задач;
- освоєння методів прогнозування економічних показників підприємств на основі аналітичних даних;
- удосконалення навичок виконання аналітичних розрахунків із використанням автоматизованих програмних засобів;
- вміння вибирати або розробляти інформаційні системи для економіко-аналітичної діяльності підприємства;
- набуття навичок налаштування комп'ютерного обладнання для роботи з економічною інформацією;
- опанування способів розширення можливостей використання ІТ для аналізу фінансової, збутової, маркетингової та інших аспектів діяльності організацій;
- розвиток умінь захищати економічну інформацію підприємства через застосування відповідних засобів інформаційної безпеки.

*Метою курсу* є формування у здобувачів вищої освіти компетенцій із використання сучасних інформаційних технологій для підвищення ефективності аналітико-розрахункових процесів підприємств.

Економічна кібернетика отримала вагомий внесок від дослідників як вітчизняного, так і закордонного походження: Глушков М. О., Лебедев С. О., Чеботарьов А. М., Норберт Вінер, Дональд Кнут, Джон фон Нейман і Гайнц фон Ферстер.

Ця дисципліна має тісні зв'язки з низкою інших курсів, зокрема інформатика та комп'ютерна техніка, автоматизація комп'ютерних систем і мереж, інформаційні системи, математика, економіка підприємств,

обробка даних, моделювання систем передавання даних, менеджмент і управління ризиками.

Отже, економічна кібернетика спрямована на вдосконалення аналітичного компонента економічної діяльності підприємств, забезпечуючи їхню ефективність через використання новітніх інформаційно-технологічних рішень.

## ЛЕКЦІЯ 2

### Основні поняття теорії систем

#### План лекцій

- 2.1 Загальні поняття.
- 2.2 Класифікація систем.
- 2.3 Суть системного аналізу.

#### 2.1 Загальні поняття

Методологія наукового пізнання неможлива без системного підходу, що став особливо популярним у другій половині ХХ ст.

Людина, яка починає освоювати ідеї теорії систем, відразу стикається з проблемою початкової невизначеності в поняттях. Досить часто в літературі використовують такі поняття, як «системний підхід», «теорія систем», «системний аналіз», «принцип системності» тощо. Водночас їх не завжди розрізняють і часто застосовують як синоніми.

Найбільш загальним поняттям, яке означає всі можливі прояви систем, є «*системність*». Існують дві трактування терміна.

1 Ототожнення системності з об'єктивною, незалежною від людини властивістю дійсності. Таке розуміння робить її онтологічною, об'єктивно-діалектичною властивістю всього існуючого.

2 Накопичені людьми уявлення про самі властивості, тобто системність являє собою гносеологічні явища, деякі знання про системи різної природи.

Системні ідеї, як і будь-яке явище природи і суспільства, пройшли декілька найважливіших етапів [4].

Перший етап розпочався в далекій давнині та завершився до початку ХХ ст. Це був етап виникнення і розвитку окремих системних ідей і понять, які виникали в практичній і пізнавальній діяльності людей, шліфовані філософією, мали розрізнений характер. Нерідко вони являли собою несподівані інтуїтивні відкриття тих чи інших видатних учених, філософів і мислителів.

Другий етап розгортається з початку минулого століття до його середини, коли відбувалася теоретизація системних ідей, формування перших системних теорій, широке розповсюдження системності в різних галузях знань, опанування їх системними ідеями. Системність була перетворена в наукове знання про системи, оформлена як інструмент пізнавальної діяльності.

Третій етап можна охарактеризувати як перетворення системності в метод наукових досліджень, аналітичної діяльності. Він розгортається з другої половини 1950-х рр. і збігається з початком науково-технічної революції, яка максимально використовувала системний метод для наукових відкриттів, здійснення технологічних розробок.

Системність до кінця ХХ ст. стала загальним світоглядом, який використовують фахівці всіх галузей.

Центральним поняттям системності є система.

**Система** – це сукупність елементів (підсистем).

За певних умов елементи можна розглядати як системи, а досліджувану систему – як елемент більш складної системи.

Зазвичай основні поняття, що характеризують систему, поділяють на дві групи:

- 1) поняття, що характеризують будову системи;
- 2) поняття, що характеризують функціонування та розвиток системи.

Процеси, що відбуваються в складних системах, зазвичай не вдається навести відразу у вигляді математичних співвідношень або хоча б алгоритмів. Тому для того, щоб хоч якось охарактеризувати стабільну ситуацію або її зміни, використовують спеціальні терміни, запозичені теорією систем із теорії автоматичного регулювання, біології, філософії тощо [5].

Розглянемо основні з цих термінів.

**Входи системи** – це різні точки прикладання впливу зовнішнього середовища на систему. Входами системи можуть бути інформація, речовина, енергія тощо, які підлягають перетворенню.

**Виходи системи** – це різні точки прикладання впливу системи на зовнішнє середовище. Вихід системи є результатом перетворення інформації, речовини та енергії.

Зворотний зв'язок з'єднує вихід зі входом системи, і його використовують для контролю за зміною виходу.

**Обмеження системи** визначає умови її функціонування (реалізацію процесу) і забезпечує відповідність між виходом системи та вимогою щодо нього. Обмеження бувають внутрішніми та зовнішніми. Одним із зовнішніх обмежень є мета функціонування системи. Прикладом внутрішніх обмежень можуть бути ресурси, що забезпечують реалізацію того чи іншого процесу.

**Об'єктом пізнання системи** є частина реального світу, яку виділяють і сприймають за єдине ціле впродовж тривалого часу. Об'єкт може бути матеріальним і абстрактним, природним і штучним. Реально об'єкт має нескінченний набір властивостей різної природи.

**Елемент.** Під елементом прийнято розуміти найпростішу неподільну частину системи.

*Елемент* – це межа членування системи відносно аспекту розгляду, вирішення конкретного завдання, поставленої мети. Систему можна поділити на елементи різними способами залежно від формулювання завдання, мети її уточнення в процесі системного дослідження. За необхідності можна змінювати принцип поділу, виділяти інші елементи, одержувати за допомогою нового поділу більш адекватне уявлення про аналізований об'єкт або проблемну ситуацію. Якщо за елемент системи прийнято поняття, пов'язані між собою певними відношеннями, то маємо справу з символічними (абстрактними) системами. Прикладами таких систем є мови, системи числення, алгоритми тощо.

*Реальні (речові, фізичні) системи* містять щонайменше два фізичних об'єкти. Створення реальної системи означає, що її синтезують із деяких компонентів у такому порядку: задум системи, аналіз і виділення компонентів, конструювання компонентів, об'єднання компонентів у єдине ціле.

**Зв'язки** між елементами в системі перевершують за силою зв'язки цих елементів з елементами, що не входять у систему. Ця властивість дає змогу виділити систему з середовища.

*Зв'язок* – це елементи, які безпосередньо взаємодіють між елементами (або підсистемами) системи, а також елементами і підсистемами оточення. Це поняття належить до будь-якого визначення системи і забезпечує виникнення і збереження структури та цілісних властивостей системи, характеризує як її будову (статичку), так і функціонування (динаміку).

Виходячи з поняття зв'язку, можна сказати, що **система** – це сукупність (множина) окремих об'єктів зі зв'язками між ними. Якщо можна виявити хоча б два таких об'єкти: учитель і учень у процесі

навчання, продавець і покупець у торгівлі, телевізор і передавальна станція в телебаченні тощо, то це вже є системою. Зв'язок визначають як обмеження ступеня свободи елементів. Дійсно, елементи, вступаючи у взаємодію (зв'язок) між собою, втрачають частину своїх властивостей, які вони потенційно мали у вільному стані.

*Зв'язки можна охарактеризувати за напрямком, силою, характером (або видом).* За першою ознакою зв'язки поділяють на направлені і ненаправлені зв'язки. За силою – сильні та слабкі. За характером (видом) розрізняють зв'язки підпорядкування, породження (або генетичні), рівноправні (чи байдужі), управління.

Важливе значення в моделюванні систем має поняття **зворотного зв'язку**. Зворотний зв'язок може бути позитивним, який зберігає тенденції зміни того чи іншого вихідного параметра в системі, і негативним – протидіє тенденціям зміни вихідного параметра, тобто спрямований на збереження, стабілізацію необхідного значення параметра (наприклад стабілізацію вихідної напруги). Зворотний зв'язок є основою саморегулювання, розвитку систем, пристосування їх до мінливих умов існування.

**Компоненти і підсистеми.** Під час багаторівневого поділу системи краще використовувати терміни підсистеми або компоненти. Поняття *підсистема* означає, що виділяють відносно незалежну частину системи, що має властивості системи, зокрема має підмету, на досягнення якої спрямована підсистема, а також інші властивості – цілісності, комунікативності тощо. Якщо ж частини системи не мають таких властивостей, а являють собою просто сукупності однорідних елементів, то такі частини прийнято називати *компонентами*. Виділення підсистем залежить від мети і може змінюватися з її уточненням і розвитком уявлень дослідника про об'єкт.

**Мета.** Система завжди має цілі, для яких вона функціонує та існує. Поняття «мета» і пов'язані з ним поняття цілеспрямованості, доцільності лежать в основі розвитку системи. Аналіз визначень мети і пов'язаних із нею понять показує, що, залежно від стадії пізнання об'єкта, етапу системного аналізу, поняття «мета» має різний зміст – від ідеального спрямування (мета – «вираз активності свідомості»: «людина і соціальні системи мають право формулювати цілі, досягнення яких, як їм заздалегідь відомо, неможливо, але до яких можна безперервно наближатися») до конкретних результатів, досяжних у межах деякого інтервалу часу, що формуються іноді навіть у термінах кінцевого продукту діяльності. У деяких визначеннях мета наче трансформується, набуваючи різних відтінків у межах умовної «шкали» – від ідеального спрямування до матеріального втілення, кінцевого результату діяльності.

Іноді метою називають «те, чого прагне, чому поклоняється і за що бореться людина», і навіть «мрія – це мета, не забезпечена засобами її досягнення». Отже, поведінка однієї і тієї самої системи може бути описана і в термінах мети або цільових функціоналах, що пов'язують цілі із засобами їх досягнення (таке уявлення називають аксіологічним), і без згадки поняття мети в термінах безпосереднього впливу одних елементів або їхніх параметрів на інші в термінах «простору станів» (або каузально). Тому одна і та сама ситуація може бути наведена різними способами залежно від дослідника.

**Стан.** Поняттям «стан» зазвичай характеризують миттєву фотографію, «зріз» системи, зупинення в її розвитку. Його визначають або через входні дії та вихідні сигнали (результати), або через макропараметри, макровластивості системи (тиск, швидкість, прискорення). Так говорять про стан спокою (стабільні входні впливи та вихідні сигнали), стан рівномірного прямолінійного руху (стабільну швидкість) тощо.

**Стан системи** – сукупність істотних властивостей, які система має в кожен момент часу. Якщо система складається з  $n$  елементів, то стан системи визначають сукупністю станів кожного з елементів і зв'язків між ними. Реальна система не може перебувати в будь-якому стані. Завжди є певні обмеження – деякі внутрішні і зовнішні фактори (наприклад людина не може жити 1 000 років). Можливі стани реальної системи утворюють у просторі станів системи деяку підобласть (підпростір) – множину допустимих станів системи.

**Рух системи** – це процес послідовної зміни її стану.

**Рівновага. Рівновагою** називають здатність системи за відсутності зовнішніх збурювальних впливів (або за постійних дій) зберігати свій стан як завгодно довго. Цей стан називають *станом рівноваги*.

**Стійкість.** Під *стійкістю* розуміють здатність системи повертатися в стан рівноваги після того, як вона була з цього стану виведена під впливом зовнішніх (а в системах з активними елементами – внутрішніх) збурювальних впливів. Ця здатність зазвичай властива системам за незмінного виходу системи лише тоді, коли відхилення не перевищують деякої межі. Стан рівноваги, у якій система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги. Повернення в цей стан може бути супроводжено коливальним процесом.

Прості системи мають пасивні форми стійкості: міцність, збалансованість, керованість, гомеостаз. А для складних систем визначальними є активні форми стійкості: надійність, живучість і здатність до адаптації. У складних системах також можливі нестійкі стани рівноваги.

**Надійність** – властивість збереження структури систем, незважаючи на загибель окремих її елементів, за допомогою їх заміни або дублювання, а **живучість** – властивість системи зберігати обмежену працездатність в умовах зовнішніх впливів, що призводять до відмов її складових. Отже, надійність є більш пасивною формою, ніж живучість.

**Здатність до адаптації** – це властивість змінювати поведінку або структуру з метою збереження, поліпшення або придбання нових якостей в умовах зміни зовнішнього середовища. Обов'язковою умовою можливості адаптації є наявність зворотних зв'язків.

**Розвиток** – незворотна, спрямована, закономірна зміна матерії та свідомості. У результаті виникає нова якість або стан об'єкта. Це поняття допомагає пояснити складні термодинамічні та інформаційні процеси в природі та суспільстві. Дослідження процесу розвитку, співвідношення розвитку та стійкості, вивчення основних механізмів є найбільш складними завданнями теорії систем.

**Життєвий цикл** – період часу від виникнення потреби в системі та її становлення до зменшення ефективності функціонування системи і її «смерті» або ліквідації.

## 2.2 Класифікація систем

Системи поділяють на класи за різними ознаками, і залежно від розв'язуваної задачі можна вибрати різні принципи класифікації. Водночас систему можна охарактеризувати однією або декількома ознаками [6].

**Найчастіше системи класифікують так:**

- за видом наукового напрямку: математичні, фізичні, хімічні тощо;
- ступенем визначеності функціонування: детерміновані та імовірнісні.

*Детермінованою* називають систему, якщо її поведінку можна абсолютно точно передбачити. Систему, стан якої залежить не лише від контрольованих, а і неконтрольованих впливів або якщо в ній самій розміщено джерело випадковості, називають *імовірнісною*.

Прикладами *імовірнісних (стохастичних)* систем є заводи, аеропорти, мережі та системи ЕОМ, магазини, підприємства побутового обслуговування тощо;

– ступенем організованості: добре організовані, погано організовані (дифузні), самоорганізовані;

– походженням: системи природничі, що створені за природної еволюції і в цілому не схильні до впливу людини (клітка), і штучні, створені під впливом людини, обумовлені її інтересами та цілями (машина);

– основними елементами: абстрактними, усі елементи яких є поняттями (мови, філософські системи, системи числення), і конкретні, у яких наявні матеріальні елементи;

– взаємодією з довкіллям: системи замкнені та відкриті.

*Замкнена система* в процесі свого функціонування використовує лише ту інформацію, яку виробляє вона сама (система кондиціонування повітря в замкненому об'ємі).

*У відкритій системі* функціонування визначає як внутрішня, так і зовнішня інформація, що надходить на входи системи. Більшість досліджуваних систем є відкритими, тобто вони зазнають впливу середовища і реагують на нього і самі впливають на природне середовище;

– ступенем складності: прості, складні та дуже складні системи.

*Прості системи* мають невелику кількість елементів, зв'язки між якими легко описати (засоби механізації, найпростіші організми).

*Складні системи* складаються з великої кількості елементів і мають розгалужену структуру, виконують більш складні функції. Зміни окремих елементів і (або) зв'язків призведуть до зміни багатьох інших елементів. Але все ж окремі конкретні стани системи можуть бути описані (автомати, ЕОМ, галактики).

*Дуже складні системи* мають велику кількість різних елементів, безліч структур, не можуть бути повністю описані (мозок, господарство);

– природним поділом: технічні, біологічні, соціально-економічні.

*Технічні* – це штучні системи, створені людиною (машини, автомати, системи зв'язку).

*Біологічні* – різні живі організми, популяції, біогеоценози тощо.

*Соціально-економічні* – системи, що існують у суспільстві, обумовлені присутністю і діяльністю людини (господарство, галузь, бригада тощо);

– визначенням вихідних сигналів: динамічні та статичні.

*Для динамічних систем* характерне те, що їхні вихідні сигнали в певний момент часу залежать від характеру вхідних впливів у минулому і в поточний час (залежить від передісторії).

В іншому випадку системи називають *статичними*.

Прикладами динамічних систем є біологічні, економічні, соціальні системи; а також такі штучні системи як завод, підприємство, конвеєр тощо;

– зміною в часі: дискретні та безперервні системи.

Якщо вхід і вихід системи вимірюваний або змінюваний у часі дискретно, через крок  $t$ , то систему називають *дискретною*.

Протилежним поняттям є поняття *безперервної системи*. Прикладами є такі: ЕОМ, електронний годинник, електролічильник – дискретні системи; пісочний годинник, сонячний годинник, нагрівальні прилади тощо;

– типом організації: централізовані (однополюсні, ієрархічні, біполярні з вхідним і вихідним полюсами) і децентралізовані (багатополюсні мережі, мережі без полюсів із різною довільною топологією, матричні мережі із регулярною топологією, мережі змішаної регулярної та довільної топології);

– складом функцій: одно- або багатofункціональні, зі змінним або незмінним складом функцій.

## 2.3 Суть системного аналізу

*Системний аналіз* як науковий напрям сформувався внаслідок виникнення необхідності досліджувати і проектувати складні системи, управляти ними в умовах неповноти інформації, обмеженості ресурсів і дефіциту часу [7].

Системний аналіз є подальшим розвитком цілої низки дисциплін, таких як дослідження операцій, теорія оптимального управління, теорія ухвалення рішень, експертний аналіз, теорія організації експлуатації систем тощо. Для успішного вирішення поставлених завдань системний аналіз використовує всю сукупність формальних і неформальних процедур.

**Системний аналіз** – міждисциплінарний курс, узагальнювальний методологію дослідження складних технічних, природних і соціальних систем. Поширення ідей і методів системного аналізу, а головне успішне їх застосування на практиці, стало можливим лише завдяки впровадженню і повсюдному використанню ЕОМ. Саме застосування ЕОМ як інструменту вирішення складних завдань дало змогу перейти від побудови теоретичних моделей систем до їх широкого практичного застосування [7].

*Центральною проблемою системного аналізу є проблема ухвалення рішення.*

Щодо завдань дослідження, проектування та управління складними системами, то проблема ухвалення рішення пов'язана з вибором певної альтернативи в умовах різного роду *невизначеностей*.

Невизначеність пов'язана з такими умовами:

- багатокритеріальність завдань оптимізації;
- невизначеність цілей розвитку систем;
- неоднозначність сценаріїв розвитку системи;
- недостатність апріорної інформації про систему;

– вплив випадкових факторів за динамічного розвитку системи тощо.

З огляду на ці обставини *системний аналіз* можна визначити як дисципліну, що займається проблемами ухвалення рішень в умовах, коли вибір альтернативи потребує аналізу складної інформації різної фізичної природи.

Головним змістом дисципліни «системний аналіз» є складні проблеми ухвалення рішень, під час вивчення яких неформальні процедури наведення здорового глузду і способи описання ситуацій є не менш важливими за формальний математичний апарат.

Системний аналіз є дисципліною синтетичною. У ній можна виділити три основні напрями, що відповідають трьом етапам, які завжди наявні в дослідженні складних систем:

- 1) побудова моделі досліджуваного об'єкта;
- 2) постановка завдання дослідження;
- 3) розв'язання математичної задачі.

Розглянемо ці етапи більш детально.

**Побудова моделі** (формалізація досліджуваної системи, процесу або явища) є описанням процесу мовою математики. Під час побудови моделі математично описують явища і процеси, що відбуваються в системі. Оскільки знання завжди відносне, описання будь-якою мовою відображає лише деякі аспекти процесів, що відбуваються, і ніколи не є абсолютно повним. З іншого боку, потрібно зазначити, що під час побудови моделі необхідно приділяти основну увагу тим аспектам процесу, що вивчають, які цікавлять дослідника. Помилкою є бажання під час побудови моделі системи відобразити всі боки існування системи [8].

Під час системного аналізу дослідника зазвичай цікавить динамічна поведінка системи, причому під час описання динаміки з точки зору проведеного дослідження є першорядні параметри і взаємодії, а є несуттєві

для цього дослідження параметри. Отже, якість моделі визначають відповідністю виконаного описання тим вимогам, які висувають щодо дослідження, відповідністю одержаних за допомогою моделі результатів ходу процесу або явища, за яким спостерігали.

Побудова математичної моделі є основою всього системного аналізу, центральним етапом дослідження або проєктування будь-якої системи. Від якості моделі залежить результат усього системного аналізу.

**Постановка завдання дослідження.** На цьому етапі формулюють мету аналізу. Мета дослідження є зовнішнім фактором відносно системи. Отже, мета стає самостійним об'єктом дослідження.

*Мета має бути формалізована.* Завдання системного аналізу полягає у здійсненні необхідного аналізу невизначеностей, обмежень і формулюванні врешті-решт оптимізаційної моделі або оптимального рішення. Також завдання системного аналізу трактують як деяку оптимізаційну проблему. Аналізуючи вимоги щодо системи, тобто цілі, яких прагне досягти дослідник, і ті невизначеності, які при цьому неминуче наявні, дослідник повинен описати мету аналізу мовою математики.

**Розв'язання математичної задачі.** Лише цей третій етап аналізу можна віднести саме до етапу, який використовує повністю математичні методи. Хоча без знання математики та можливостей її апарату успішне виконання двох перших етапів неможливо, оскільки і під час побудови моделі системи, і під час формулювання мети і задач аналізу широкого застосування мають набувати способи формалізації.

Однак зазначимо, що саме на завершальному етапі системного аналізу можуть знадобитися тонкі математичні методи. Але потрібно розуміти, що завдання системного аналізу можуть мати низку особливостей, які призводять до необхідності застосування разом із формальними процедурами також і евристичних. Причини, через які звертаються до

евристичних методів, насамперед пов'язані з неповнотою апріорної інформації про процеси, що відбуваються в аналізованій системі [9].

Для успішного вирішення завдань системного аналізу потрібне використання на кожному етапі дослідження неформальних міркувань. Зважаючи на це, перевірка якості рішення, його відповідність вихідній мети дослідження перетворюється в найважливішу теоретичну проблему.

## ЛЕКЦІЯ 3

### Проблема і способи її розв'язання

#### План

- 3.1 Поняття проблеми.
- 3.2 Способи розв'язання проблем.
- 3.3 Управління проблемами.

#### 3.1 Поняття проблеми

**Проблема** - складне теоретичне або практичне питання, що потребує вирішення.

Проблему можна розглядати як перешкоду, що заважає досягненню певної мети. Для її успішного розв'язання спочатку потрібно чітко визначити саму проблему, а потім підібрати і впровадити оптимальні способи її розв'язання, беручи до уваги особливості ситуації та доступні ресурси. Не менш важливо передбачити можливі наслідки ухвалених рішень і ретельно спланувати наступні кроки [4].

Існує широкий спектр проблем, які можна *класифікувати* за різними напрямками.

1 Економічні: дефіцит ресурсів, низький рівень продуктивності, інфляція або зростання безробіття.

2 Соціальні: злочинність, бідність, нерівність, обмежений доступ до освіти чи медичних послуг.

3 Екологічні: забруднення довкілля, зміна клімату, скорочення біорізноманіття.

4 Політичні: конфлікти, корупція та нестача політичної стабільності.

5 Науково-технічні: недосконалий рівень технологій або недостатній розвиток інновацій.

Точне формулювання проблеми має вирішальне значення для знаходження дієвих рішень. Якщо проблему сформульовано некоректно або надто загально, це може призвести до непродуктивних дій і поглиблення ситуації.

Втім, проблема може стати поштовхом до розвитку. Вона стимулює пошук новаторських підходів і сприяє вдосконаленню існуючих механізмів і систем.

### **3.2 Способи розв'язання проблем**

Будь-яке дослідження розпочинається з будови проблеми.

*Проблема* – це протиріччя між знаннями про потреби людей у будь-яких результативних практичних чи теоретичних діях і незнання шляхів і засобів їх реалізації.

*Розв'язати проблему* означає отримати нові знання або створити теоретичну модель, яка б пояснювала те чи інше явище, виявити фактори, які впливали б на розвиток явищ у бажаному напрямі.

#### ***Основні етапи розв'язання проблеми:***

1 Визначення проблеми.

*Сформулюйте сутність проблеми, визначте її першопричини та наслідки.*

## 2 Аналіз проблеми.

*Зберіть релевантну інформацію та глибоко проаналізуйте ситуацію. Важливо оцінити масштаб проблеми, її потенційний вплив і можливі ризики.*

## 3 Генерація ідей.

*Розробіть варіанти вирішення. Підходьте до процесу творчо і не обмежуйте себе у варіантах.*

## 4 Оцінювання альтернатив.

*Ретельно перевірте кожний із запропонованих варіантів, виділіть сильні й слабкі сторони, урахувуючи ресурси, часові рамки та можливі наслідки.*

## 5 Ухвалення рішення.

*На основі проведеного аналізу виберіть найбільш ефективний спосіб розв'язання.*

## 6 Реалізація рішення.

*Переведіть задумане в реальність, розпочавши активну реалізацію вибраного підходу.*

## 7 Моніторинг і оцінювання.

*Контролюйте виконання процесу. Оцініть результативність рішення і зробіть необхідні корективи.*

Перш ніж вирішити проблему, її треба зрозуміти. Як одного разу зауважив Ейнштейн: «Якщо б мені відвели годину для спасіння світу, я б витратив 55 хвилин на аналіз проблеми і 5 – на її розв'язання».

Цей підхід здається занадто абстрактним, але він дає чудові результати. Згадайте, у людського мозку є дві розумові системи. Одна заснована на швидких інстинктивних процесах, саме через неї ми робимо необдумані (саме необдумані) вчинки. І друга, усвідомлена, яка потребує більше часу, але сприяє виробленню максимально раціонального підходу [5].

Сьогодні активно застосовують *техніки, що дозволяють ретельно і всебічно проаналізувати проблему*, що дає подальшу «їжу» для генерування ідей і ухвалення рішень.

**Метод діаграм «Чому».** Аналізують проблему для того, щоб проникнути в суть, виявити причинно-наслідкові зв'язки, поділити проблему на маленькі цеглинки, із якими впоратися набагато простіше. Для цього потрібно дати відповіді на запитання «Чому?», копаючи до максимально можливої глибини.

Суть його проста. Необхідно в кількох словах позначити проблему. Запитати, чому вона виникла, і окреслити основні причини. Потім знову поставити запитання до кожної з них. І продовжувати до тих пір, поки не дійде до «атомів» досліджуваної проблеми.

Дійшовши до першопричин проблеми, можна побачити всю картину цілком, визначити напрями та ідеї щодо того, як вплинути на ситуацію, зачіпаючи найбільш уразливі елементи системи. Особливо добре цей метод працює для розв'язання комплексних проблем.

**Метод дванадцяти запитань.** Існує ще один спосіб, який може розширити можливості попереднього. Він дає змогу подивитися на проблему з набагато більшої кількості боків. Метод складається з шести основних запитань: «що?», «чому?», «коли?», «де?», «як?», «хто?». Кожне з них має позитивний і негативний контекст.

**Розв'язання проблем – шлях до ідеалу.** Якщо в попередніх випадках розбиралися в причинах якихось проблем, дивилися на них із минулого, то в цьому випадку йдеться швидше про шляхи розв'язання проблем. Тут знадобиться погляд із майбутнього. Необхідно розкрити проблему, її причини, особливості, плюси і мінуси. Наступний етап - сформуванню бажаний результат. Далі окреслити шлях досягнення наміченого результату. Це дасть змогу по-новому оцінити проблему з позицій її вирішення.

Техніка «Шлях до ідеалу» допомагає подивитися на проблему з точки зору її розв'язання.

*Додатковими підходами* для розв'язання проблем є:

- взаємодія. Обговорення проблеми з усіма зацікавленими сторонами може дати нові перспективи та корисні ідеї;

- креативність. Шукайте нестандартні шляхи розв'язання і не бійтеся експериментувати;

- гнучкість. Будьте готові адаптувати свої рішення відповідно до змін у ситуації;

- позитивне мислення. Зберігайте віру у власні сили та здатність подолати труднощі;

- наполегливість. Не здавайтеся навіть перед складними перешкодами.

*Розв'язання проблем — це багаторівневий процес, який потребує часу та зусиль.* Однак із добре продуманою стратегією можна успішно долати будь-які виклики і знаходити ефективні рішення навіть у найскладніших ситуаціях.

### **3.3 Управління проблемами**

**Управління проблемами** — це структурований підхід щодо виявлення, аналізу та розв'язання проблем, що виникають у процесах, системах чи організаціях, спрямований на мінімізацію їхнього негативного впливу та запобігання повторним випадкам. Цей процес охоплює кілька важливих етапів: ідентифікацію проблеми, аналіз її причин, створення та впровадження відповідного рішення, а також подальший моніторинг його ефективності [5].

## **Основні елементи управління проблемами.**

1 Виявлення та ідентифікація. Фіксація та реєстрація проблем, що виникають в організації.

2 Аналіз причин. Глибоке дослідження факторів, що спричинили проблему, та оцінювання її впливу.

3 Розроблення рішення. Формування оптимального плану дій для усунення визначених проблем.

4 Впровадження рішення. Реалізація запланованих заходів на практиці.

5 Моніторинг та оцінювання. Перевірка дієвості впровадженого рішення та виконання корегувальних дій за необхідності.

6 Запобігання повторним випадкам. Застосування превентивних заходів для уникнення аналогічних проблем у майбутньому.

### *Приклади застосування управління проблемами:*

- у сфері ІТ: усунення помилок у програмному забезпеченні, вирішення технічних збоїв чи неполадок із мережами;

- проєктному менеджменті: робота з ризиками, конфліктами та управління змінами;

- виробництві: управління якістю продукції, усунення несправностей обладнання чи проблем із постачанням;

- сфері обслуговування клієнтів: вирішення скарг клієнтів або усунення проблем із продуктами чи послугами.

### Важливість практики управління проблемами полягає в здатності:

- знижувати фінансові втрати, пов'язані з виникненням проблем;

- підвищувати ефективність роботи організації;

- поліпшувати якість продуктів і послуг;

- захищати репутацію та імідж компанії;

- збільшувати рівень задоволеності клієнтів і партнерів;

- зменшувати стрес серед працівників за рахунок структурованого підходу щодо розв'язання проблем.

Основні аспекти успішної практики розв'язання проблеми включають:

- чітко визначену структуру роботи над проблемами та розподіл обов'язків;
- налагоджену комунікацію між залученими сторонами;
- використання сучасних інструментів і методологій для аналізу та вирішення труднощів;
- пріоритетність запобігання повторним випадкам з акцентом на короткостроковому розв'язанні.

**Успішне управління проблемами** — це фундамент ефективного функціонування будь-якої організації, незалежно від її масштабів чи сфери діяльності.

У рамках *кібернетики управління проблемами* розглядають як головну властивість системи. Процеси управління трактують через призму передавання та обробки інформації з метою розв'язання проблеми.

**Кібернетичний підхід щодо управління проблемами** має такі особливості:

- *інформаційний підхід щодо управлінських процесів*. У кібернетиці взаємодії щодо отримання, збереження та передавання інформації класифікують як зв'язок. Якщо система здатна сприймати і використовувати інформацію про результати своєї діяльності, це означає, що вона має зворотний зв'язок;

- *алгоритмізація*. **Алгоритм** — це метод розв'язання задачі, який детально визначає порядок дій для отримання бажаного результату. Цей результат можна визначити точно на основі заданих даних. Класична кібернетика спирається на алгоритмічні рішення, що відзначені однозначністю і передбачуваністю;

- *математичне моделювання*. Цей метод є проміжною ланкою між теоретичними дослідженнями та експериментальними перевірками. Його

перевага – це можливість створення математичного аналога системи замість побудови фізичної моделі, що нерідко складне або навіть неможливе завдання.

*Щодо кібернетичного підходу, то управління проблемою можна трактувати як систему.*

**Система управління** — це сукупність стійких взаємозв'язків між органом управління, об'єктом управління та зовнішнім середовищем, які передані через потоки управлінської інформації [6].

Загальну структуру системи управління можна подати за допомогою схематичного зображення (рисунок 3.1).

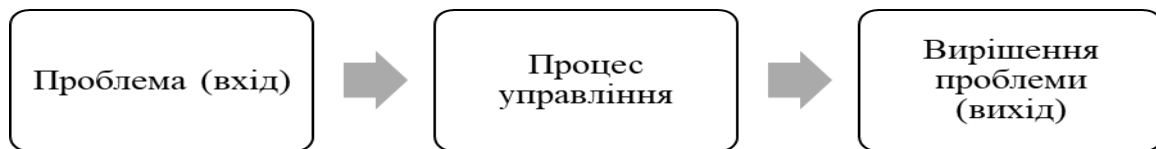


Рисунок 3.1 – Схема управління

**Процес управління** являє собою комплекс заходів, спрямованих на розроблення рішень і вплив на об'єкт управління, що включає реалізацію основних функцій управлінської діяльності. Оскільки управління є безперервним процесом, у цьому контексті часто використовують поняття управлінського циклу.

**Управлінський цикл** — це постійно повторювана послідовність дій, спрямована на досягнення цілей організації. Він розпочинається з формулювання проблеми та визначення цілей усієї організації або її окремих структурних частин. Наступними етапами є пошук варіантів розв'язання проблеми, підготовка і ухвалення рішення, контроль за його виконанням із можливим внесенням корегувань, а також оцінювання отриманих результатів. У випадку довгострокових проблем, які не можуть

бути розв'язані одноразово, цикл відновлюють, уточнюючи цілі. Для простіших проблем після їх розв'язання переходять до постановки нових завдань і пошуку відповідних рішень.

*Процес управління базований на визначених закономірностях.*

Основні серед них:

- *безперервність*: постійна повторюваність одних і тих самих типів робіт;

- *спільність*: застосування універсальних функцій, методів і прийомів управління, незважаючи на велике різноманіття завдань;

- *узгодженість*: забезпечення зв'язку між цілями та засобами, дотримання необхідних пропорцій для розподілу різних видів управлінської діяльності.

Окрім того, кібернетика виділяє низку *принципів управління*, які узагальнюють накопичений досвід:

- *принцип системності*: усі елементи системи розглядають у взаємозв'язку та взаємодії, орієнтуючись на досягнення кінцевої мети системи;

- *принцип ієрархічності*: передбачає виділення рівнів управління, де кожний рівень впливає на нижчі та водночас підпорядкований вищим органам;

- *принцип адаптивності*: вказує на здатність системи адекватно реагувати на вплив як зовнішніх, так і внутрішніх факторів;

- *принцип розвитку*: орієнтований на максимізацію сумарного потенціалу системи управління протягом кожного етапу її життєвого циклу.

## ЛЕКЦІЯ 4

### Системний аналіз в управлінні соціально-економічними системами

#### План лекцій

4.1 Основні етапи системного аналізу.

4.2 Особливості системного дослідження.

#### 4.1 Основні етапи системного аналізу

Методику системного аналізу розробляють і застосовують у випадках, коли дослідник має недостатньо інформації про систему, що унеможливує вибір відповідного методу формального опису або розв'язання проблеми [7].

Усі методики системного аналізу базовані на загальному принципі: створення варіантів подання проблем системи або процесу розв'язання задачі і вибір найкращого з них.

На кожному етапі дослідження використовують різні наукові методи та підходи, які можуть складатися з різної кількості етапів аналізу залежно від складності завдань.

*У загальному вигляді проведення системного дослідження включає такі основні етапи (рисунок 4.1):*

- формулювання проблеми;
- визначення цілей;
- встановлення критеріїв оцінювання;
- аналіз ресурсів, доступних для досягнення цілей;
- генерація можливих альтернатив і сценаріїв розвитку.

Особливу увагу варто приділити принциповій послідовності етапів системного аналізу, починаючи з постановки проблеми, а також методам дослідження, які найчастіше використовують на практиці.



Рисунок 4.1 – Спрощена схема системного дослідження

Системне дослідження будь-якої проблеми починається з початкового формулювання та опису проблемної ситуації. Цей початковий етап зазвичай має наближений характер і може суттєво відрізнитися від робочої версії проблеми, яку формують у процесі аналізу. На ранньому етапі опис проблеми здійснюваний вербально і зазвичай має досить розпливчасту структуру [9].

Для розв'язання будь-якої проблеми важливо розглядати її як частину комплексу взаємопов'язаних питань, а не окремо. Після виявлення основної проблеми необхідно її розширити до проблематики, тобто ідентифікувати інші пов'язані проблеми, без урахування яких неможливо забезпечити ефективне розв'язання.

Для структуризації нечітко сформульованих або складних для розуміння питань, що мають багато взаємозв'язків, застосовують *метод*

*дерева аналізу проблеми.* Дерево проблем зазвичай включає кілька основних аспектів:

- що необхідно дослідити і які елементи входять до складу досліджуваної системи;
- що потрібно вирішити в рамках поставленого завдання;
- як функціонує система і взаємодіє з іншими системами.

Важливо враховувати як надсистеми, так і підсистеми, пов'язані з досліджуваною проблемою, щоб визначити основні фактори впливу та характер їхніх взаємозв'язків. Цей початковий етап є критично важливим, адже успіх у розв'язанні проблеми значною мірою залежить від точності формулювання її суті та встановлення основної складності.

Для аналізу організаційних систем формують перелік зацікавлених сторін, які беруть участь у процесі. До них належать:

- замовники;
- особи, які ухвалюють рішення;
- учасники, яких поділяють на активних (зайняті в розв'язанні проблеми) і пасивних (ті, на кого впливають наслідки);
- системні аналітики, чия роль полягає в мінімізації впливу на інших зацікавлених сторін.

Кожен учасник має власне бачення проблеми і специфічне ставлення до неї. Завдання полягає у визначенні того, які зміни і з якими мотивами прагне зробити кожна із сторін.

Наступним етапом є формулювання цілей. Навіть нечітко структуровані проблеми потрібно трансформувати так, щоб вони стали конкретними завданнями з пошуку рішень. На етапі визначення цілей важливо чітко з'ясувати, до чого прагне організація.

Однак існує ризик підміни цілей засобами, особливо якщо суб'єкт не має достатньо ясного уявлення про свої наміри. Виявлення істинних цілей є ключем до успішного вирішення поставлених завдань.

## 4.2 Особливості системного дослідження

Для дослідження властивостей економічних систем доводиться застосовувати прийоми «системного мислення», що допомагає розкривати взаємозв'язки між різними складовими систем. Системний підхід дає змогу глибше зрозуміти причини багатьох явищ, які в розрізненому вигляді здаються випадковими, але, об'єднані в систему, сприяють виявленню закономірностей їх перебігу [7].

Із системного підходу випливає новий погляд на ефективність функціонування соціально-економічних систем: взаємодія між окремими частинами системи набагато більше впливає на її ефективність, ніж результативна робота зазначених частин.

Методики, що реалізують принципи системного аналізу в конкретних умовах, спрямовані на формалізацію процесів дослідження системи, а також постановки та розв'язання проблеми. Ці методики розробляють і використовують тоді, коли в дослідника нема достатньої інформації про систему, на підставі якої можна було б знайти адекватний метод формального її подання (або розв'язання проблеми).

Спільним для всіх методик системного аналізу є формування варіантів подання системи (процесу розв'язання задачі) і вибір найкращого з них. На різних стадіях дослідження — від інтуїтивної постановки проблеми до вибору оптимальних рішень за допомогою строгих математичних методів — використовують ті чи інші наукові методи і прийоми, що складаються з кількох етапів аналізу, зміст яких залежить від складності розв'язуваної задачі.

Особливо важливе значення системний аналіз має для дослідження складних економічних систем, таких як галузі і сектори економіки, економіка в цілому та система управління нею.

Системний аналіз економіки полягає у вивченні економічних явищ і факторів за допомогою дослідження їх як взаємопов'язаних економічних підсистем єдиної системи національного господарства.

Системний аналіз використовують насамперед для вивчення цілей розвитку економічного об'єкта, із яких впливатимуть цілі розвитку й удосконалення системи управління [7].

Розглянемо *основні ідеї та концептуальні засади системного підходу на прикладі галузі*. Метод системного аналізу на галузевому рівні має враховувати те, що цілі та перспективи розвитку галузі впливають із загальнодержавних цілей розвитку суспільства та потреби економіки загалом у її продукції та послугах. Галузь як комплекс підприємств, підпорядкованих певному міністерству, вивчають у складі відповідного економічного сектору з урахуванням його макроекономічних цілей, які виокремлено згідно з їхнім місцем у досягненні стратегічних цілей країни.

Галузь розглядають як порівняно ізольовану систему з урахуванням її технологічної спеціалізації у процесі виробництва; специфіки її економічної організації як самостійної господарської підсистеми; соціальної структури зайнятого в цій галузі населення; її розміщення на території країни тощо.

Окрім того, беруть до уваги всі підсистеми галузі, які частково утворюють самостійні господарські об'єкти, а частково являють собою управлінські організації та різного типу інформаційні системи, через які здійснений взаємозв'язок складових галузі. Вивчають її в динаміці розвитку як у довгостроковій (15—20 років), так і короткостроковій перспективі, причому з позицій ефективного функціонування за кожний поточний період.

Для системного аналізу використовують комплекс економіко-математичних моделей досліджуваної системи.

На галузевому рівні метод математичного моделювання має такі особливості [10]:

- модель розвитку певної галузі являє собою один із блоків загального комплексу моделей розвитку економіки;
- технологію та економіку цієї галузі описують загальною балансовою економічною моделлю;
- процеси розвитку галузі мають комплекс динамічних моделей, що містить економіко-математичні моделі кожного господарського її об'єкта, адресовані конкретним органам, які керують галуззю;
- увесь комплекс моделей розвитку та поточного функціонування галузі має бути пов'язаний єдиним комплексом критеріїв оптимальності (і відповідних їм планових і облікових показників), які впливають з аналізу ролі галузі в перспективному розвитку економіки.

*Процес системного аналізу розвитку галузі можна поділити на чотири стадії.*

**Перша стадія** — визначення системи, її загальної мети (яка впливає з розгляду ролі системи в надсистемі) і критеріїв, що забезпечують подальший вибір оптимального шляху досягнення цієї загальної мети.

Вираження галузевого критерію в кількісній формі забезпечує можливість точного кількісного вираження цілей підсистем, критеріїв оцінювання їхнього функціонування, а також формування, з одного боку, критеріїв оптимальності для всього взаємопов'язаного комплексу моделей планування і регулювання галузі, з другого — системи показників і важелів економічного регулювання. Іноді вдається сформулювати критерії тільки на якісному рівні.

**Друга стадія** системного аналізу полягає в побудові й аналізі дерева цілей. Це найбільш трудомісткий і результативний етап роботи. Побудову дерева цілей потрібно звести до рівня задач, розв'язання яких уже не викликає принципових труднощів.

*Третя стадія* системного аналізу розвитку галузі починається зі складання вичерпного плану заходів, що мають на меті досягнення цілей галузі. Ці заходи розміщують на нижньому рівні дерева цілей і добирають за допомогою системи моделей розвитку галузі.

Заходи можуть бути поділені, скажімо, на такі групи:

- економічні;
- адміністративно-правові;
- спрямовані на вдосконалення управління;
- у сфері капіталовкладень і будівництва;
- сфері науково-технічного прогресу і модернізації фондів.

Щоб забезпечити здійсненність цих заходів, їх потрібно згрупувати також за ознаками компетенції урядових органів, міжвідомчого узгодження.

Найбільш важливим і результативним групуванням заходів є їх поділ за ступенем ефективності. Ефективність розглядають стосовно досягнення цілей, сформульованих у дереві цілей, де, зокрема, досягнення певної економічної ефективності є однією з цілей. Для розрахунку ефективності використовують евристичні методи та алгоритми (наприклад метод Делфі). Згідно з експертними оцінками заходи групують у логічній і часовій послідовності.

*Четверта стадія* — діагностування, тобто виявлення всього комплексу актуальних нерозв'язаних проблем, диспропорцій і їхніх причин. Мета діагнозу — специфікація розроблюваної системи, уточнення вимог щодо неї, створення організаційного плану послідовної побудови системи, добір засобів і методів управління нею.

Діагноз системи полягає в безпосередньому обстеженні об'єкта і включає, з одного боку, вивчення документації, а з іншого — масове виявлення та аналіз думок співробітників.

Абсолютна більшість інформації, яка може бути одержана з обстеженням, належить не до «хвороб» управління, а швидше до

симптомів, за якими виявляють розлад інформаційної системи управління. Зазвичай причини цих розладів усвідомлюють рідко, тому головна мета діагнозу — встановити ці причини. На основі аналізу матеріалів опитування визначають комплекс симптомів розладу управління в термінах «недоліків управління»; на підставі такого аналізу виявляють розлади інформаційної системи та їхні причини; добирають інформаційні механізми управління; формулюють їхні взаємопов'язані комплекси.

Діагностичний аналіз проблем управління економікою в цілому складається з таких основних етапів [10]:

- виявлення проблем управління на основі вивчення симптомів і дисфункцій міжгалузевих, територіально-виробничих, технологічних, функціональних комплексів та економіки в цілому;
- ідентифікація та опис проблем;
- побудова дерева проблем;
- виявлення першочергових проблем і розроблення рекомендацій щодо послідовності їх розв'язання;
- добір методів і засобів для розв'язання першочергових проблем з оцінювання ефективності їх реалізації;
- уточнення дерева цілей, комплексів моделей і алгоритмів;
- розроблення організаційного проєкту створення інформаційної системи.

Діагностують у межах міжгалузевих, територіально-промислових, технологічних і функціональних комплексів економіки.

Результати діагностичного аналізу на макроекономічному рівні мають містити уточнений варіант дерева цілей і критеріїв розвитку економіки та пов'язані з ним дерева цілей міжгалузевих, територіально-виробничих, технологічних і функціональних комплексів; перелік основних проблем кожного комплексу, їхній зв'язок між собою та проблемами розвитку економіки в цілому (дерево проблем); перелік і

зв'язок основних дисфункцій із кожного комплексу у виробничому та управлінському аспектах за основними напрямками діяльності; аналіз основних причин виникнення проблем і дисфункцій; конкретні рекомендації з удосконалення чинної системи планування і управління, згруповані за основними напрямками діяльності; проєкт організаційного плану науково-дослідних, проєктно-конструкторських і дослідно-впроваджувальних робіт; уточнений варіант сіткового графіка створення системи тощо.

Загалом головне завдання системних досліджень полягає в пошуку простоти у складному, а також ефективних методів і засобів дослідження та управління об'єктами.

Також до основних завдань, що вирішують за допомогою системного аналізу і теорії систем, можна віднести такі: виявлення та чітке формулювання проблеми за умов невизначеності; визначення або вибір оптимальної структури системи; виявлення цілей функціонування та розвитку систем; вивчення організації взаємодії між підсистемами та елементами; урахування впливу зовнішнього середовища; вибір оптимальних алгоритмів функціонування системи.

**Принципи системного підходу** — це положення загального характеру, що є узагальненням досвіду дослідження людиною складних систем. Їх часто вважають ядром методології. Відомо близько двох десятків таких принципів, але найважливішими базовими принципами, на які спирається загальна теорія систем та системний аналіз, є принцип системності та принцип ізоморфізму.

**Принцип системності** відображує загальність погляду на об'єкти, явища і процеси світу як на системи з усіма властивими їм закономірностями. Цей принцип обумовлює необхідність одночасного розгляду системи як цілого і сукупності елементів, дослідження будь-якої частини системи разом з її зв'язками з іншими частинами та зовнішнім середовищем. Цей принцип постулює необхідність ієрархічного,

принаймні трирівневого, дослідження системи: необхідно досліджувати власне систему, її підсистеми та елементи, а також розглядати систему як елемент системи вищого порядку.

*Принцип ізоморфізму* постулює наявність однозначної (власне ізоморфізм) чи часткової (гомоморфізм) відповідності структури однієї системи структурі іншій, що дає змогу моделювати одну систему за допомогою іншої, подібної в деякому розумінні. Сучасні дослідження як у загальній теорії систем, так і в тих галузях знань, які виникли на її основі (синергетика, теорія катастроф), свідчать про наявність не тільки ізоморфізму чи суворої відповідності структури систем, а й загального у їхньому розвитку та функціонуванні.

Обидва ці принципи підкреслюють наявність загальних системних закономірностей, але вони не виключають специфіки будови, функціонування та руху систем різних типів.

Загальні закономірності і намагається розкрити загальна теорія систем, тоді як аналізом загального й особливого в конкретних системах займаються інші галузі науки.

Серед інших важливих принципів потрібно відзначити такі [10]:

- *принцип кінцевої мети*: абсолютний пріоритет кінцевої цілі системи;
- *принцип ієрархії*: корисне введення ієрархії елементів і (чи) їх ранжирування, корисне виділення модулів (підсистем) у системі та розгляд системи як сукупності підсистем;
- *принцип функціональності*: розгляд одночасно структури і функції системи з переважанням функції над структурою;
- *принцип розвитку*: урахування динамічності системи, її здатності до розвитку, розширення, накопичення інформації, урахування невизначеності та випадковості з функціонуванням системи.

Отже, метою теорії систем і системного аналізу є відшукування принципів, загальних для різних складних об'єктів, на основі встановлення емпіричними дослідженнями їхніх ізоморфізму, функцій і динаміки.

## ЛЕКЦІЯ 5

### Моделі та моделювання

#### План лекції

- 5.1 Основні поняття і визначення.
- 5.2 Роль моделювання для вивчення різних процесів і явищ.
- 5.3 Види моделювання.
- 5.4 Функції моделювання.

#### 5.1 Основні поняття і визначення

Інформацію про об'єкти і явища потрібно певним чином систематизувати і підготувати для опрацювання. Це роблять за допомогою моделей і моделювання.

*Моделювання* — це процес створення та дослідження моделі, а *модель* — засіб, форма наукового пізнання.

**Модель** (англ. model, нім. Modell, фр. modèle, лат. modulus — «міра, аналог, зразок, взірєць») — відтворення чи відображення об'єкта, задуму (конструкцій), опису чи розрахунків, що відображає, імітує, відтворює принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки чи/та характеристики об'єкта дослідження чи відтворення (оригіналу) [8].

**Модель** — це проєкт, інформаційне, натурально-матеріальне чи описово-макетне уявлення предмета. Об'єкт або явище є тотожною чи спрощеною версією модельованого об'єкта, проєкта чи явища (прототипу).

Під моделлю потрібно розуміти об'єкт, який відповідає іншому об'єкту (оригіналу), замінює його з пізнанням і дає про нього або його частини інформацію.

Моделі зазвичай бувають у вигляді рисунків, креслень, схем, таблиць, матриць, символів або описані у вигляді тексту.

У модель включають важливі з точки зору пізнання риси і виключають несуттєві.

Моделі в широкому розумінні мають відображати будь-що з об'єктів реального світу, що підлягає вивченню.

***Моделі є:***

- **навчальними:** тренажери, наглядні засоби, навчальні програми;
- **дослідними:** моделі кораблів, літаків тощо для дослідження та покращення їхніх характеристик;
- **науково-технічними:** прилад для дослідження розряду блискавки або модель виверження вулкану;
- **ігровими:** ділові, економічні ігри; імітаційні: виявлення впливу нового лікарського засобу на тваринах.

Моделі можна **класифікувати** за різними ознаками: призначення, спосіб подання, стан.

**Матеріальні моделі** (їх ще називають предметними, фізичними) відтворюють геометричні та фізичні властивості оригіналу і завжди мають реальне втілення.

**Інформаційна модель** — сукупність інформації, яка описує суттєві для розгляду властивості об'єкта і зв'язок між ними та досліджує можливий стан об'єкта в процесі зміни його властивостей.

**Вербальна модель** — опис об'єкта природною мовою.

**Знакова модель** — інформаційна модель, виражена спеціальними знаками.

**Графічні моделі** призначено для наочного подання об'єктів, процесів, явищ.

**Математична модель** — це система математичних рівнянь, формул, числових множин, які описують деякі властивості реального об'єкта, процесу або явища.

Класифікація моделей за фактором часу:

- **статичні**: характеризують стан системи на конкретний момент часу;
- **динамічні**: описують функціонування і розвиток системи в часовому аспекті.

Моделі, які використовують у науці, поділяють на дві групи [8]:

- усі матеріальні предметні моделі, які імітують структуру або функції об'єкта і безпосередньо сприймані органами відчуття;
- обчислювальні моделі, які існують як відображення об'єктів, що не можуть бути безпосередньо сприйняті за допомогою органів чуття. Їх поділяють на наочно-образні і логіко-символічні.

*Наочно-образні моделі* бувають словами, схемами, кресленнями або просторовими конструкціями.

*Логіко-символічні (знакові)* моделі побудовані як логічні і математичні обрахунки, у них особливості реальних явищ подано символами, і тому їх називають математичними моделями.

Найбільш абстрактними є логіко-символічні моделі. Ці моделі цінні з точки зору полегшення шляхів пізнання, оскільки їх подальше перетворення і наступна конкретизація допомагає пізнати невідоме, поглибити знання уже невідомого і дати на основі цих знань практичне рішення.

## **5.2 Роль моделювання для вивчення різних процесів і явищ**

**Моделювання** — метод дослідження та демонстрації об'єктів, функцій, процесів або явищ за допомогою їх спрощеної імітації [12].

Моделювання є обов'язковим етапом багатьох наукових досліджень.

Основним завданням процесу моделювання є створення моделі, яка є найбільш наближеною до оригіналу та властивості якої відповідають меті дослідження.

*Моделювання в широкому сенсі* — це особливий пізнавальний процес, метод теоретичного та практичного опосередкованого пізнання, коли суб'єкт замість безпосереднього об'єкта пізнання вибирає чи створює схожий із ним допоміжний об'єкт-замісник (модель), досліджує його, а здобуту інформацію переносить на реальний предмет вивчення [6].

**Методом моделювання** називають такий загальнонауковий метод дослідження, за якого вивчають не сам об'єкт пізнання, а його зображення у вигляді так званої моделі, однак результат дослідження переносять із моделі на об'єкт.

Моделювання як метод пізнання використовують тоді, коли безпосереднє дослідження оригіналу неможливе або естетично не рекомендоване.

**Моделювання** – це вивчення об'єкта через створення та дослідження його копії (моделі), яка за своїми властивостями відтворює властивості об'єкта, що досліджують. Моделювання використовують тоді, коли безпосереднє вивчення об'єктів із деяких причин неможливе. На сучасному етапі розвитку пізнання особливо велику роль відведено комп'ютерному моделюванню.

**Комп'ютерне моделювання** — процес створення інформаційних моделей комп'ютерними засобами. Комп'ютерні моделі просто і зручно досліджувати. Вони забезпечують проведення обчислювальних експериментів, які за звичайних умов реалізувати неможливо або досить складно.

Основними перевагами комп'ютерного моделювання є можливість багаторазового повторення тих самих дій; невисока вартість реалізації моделі; висока наочність візуалізації процесів, які виконувані в моделі; безпечність реалізації моделі; висока швидкість виконання дослідження; отримання результатів моделювання в зручному вигляді для аналізу.

Комп'ютерне моделювання є єдиним інструментом для дослідження швидкоплинних або надповільних процесів. Їх можна досліджувати на

комп'ютері, розтягуючи чи стискаючи час або навіть зупиняючи його для вивчення певних фаз процесу. Моделювати і вивчати, використовуючи комп'ютерні моделі, можна і такі явища, які не відбувалися або невідомо, чи відбудуться взагалі коли-небудь у реальному житті, наприклад зустріч нашої планети з іншим небесним тілом.

Системи комп'ютерного моделювання застосовують у різних сферах людської діяльності. Особливо розповсюдженими нині є комп'ютерні симулятори, які імітують управління якимось процесом, апаратним або транспортним засобом.

**Абстрагування** – це відвертання уваги в думках від несуттєвих властивостей, зв'язків, відносин предметів і виділення декількох сторін, що цікавлять дослідника. Абстрагування здійснюють у два етапи. На першому етапі визначають несуттєві властивості, зв'язки тощо, на другому досліджуваний об'єкт замінюють іншим, більш простим, тобто спрощеною моделлю, яка зберігає головне в складному.

Іноді дослідження за допомогою моделей є єдиним можливим способом експериментального вивчення технологічних процесів. Так, процеси, які тривають багато років, можна вивчати на моделях протягом короткого проміжку часу. І навпаки, швидкоплинні процеси вивчають на моделях протягом більшого часу.

### **5.3 Види моделювання**

Моделювання поділяють на фізичне та математичне, воно також може набувати різних форм: графічна, структурна, текстова тощо.

Важливо зазначити, що універсальної класифікації видів моделювання не існує, адже поняття моделі має багатогранний характер.

**Основні види моделювання.** *Фізичне моделювання* передбачає створення матеріальної копії досліджуваного об'єкта або процесу.

Фізичне моделювання відбувається на спеціальних установках, які мають аналогічну фізичну природу з реальним об'єктом, але можуть відрізнятися часовими або просторовими масштабами. У реальному часі такі моделі функціонують зі швидкістю, що схожа на оригінальний об'єкт. Прискорене або уповільнене фізичне моделювання застосовують для прогнозування процесів в об'єкті чи аналізу критичних режимів його роботи. Наприклад, застосування аеродинамічної труби для вивчення характеристик літака або макети будівель.

*Математичне моделювання* базоване на використанні математичних рівнянь, формул і різних методів для опису об'єкта чи процесу [11]:

- аналітичні математичні моделі: оперують математичними рівняннями для формалізованого подання об'єкта;

- статистичні математичні моделі: застосовують статистичні методи для аналізу й опису;

- комбіновані математичні моделі: інтегрують аналітичні та статистичні підходи;

- імітаційні математичні моделі: застосовують алгоритми.

*Аналітичне моделювання* полягає у використанні функціональних співвідношень, поданих алгебраїчними, інтегральними, диференціальними рівняннями або логічними умовами та переходами. Для відображення властивостей об'єкта чи його функцій ці моделі необхідно розв'язати, застосовуючи методи якісного та кількісного аналізу залежностей. Наприклад, методи Ейлера або Рунге-Кута широко використовуються для роботи з диференціальними рівняннями.

*Статистичне моделювання* є одним із фундаментальних методів аналізу, основний принцип якого полягає в перевірці моделі за допомогою великої кількості випадкових сигналів із заданою ймовірнісною щільністю. Головна мета цього підходу — статистично визначити результати на

виході. Основою статистичного моделювання є широко відомий метод Монте-Карло.

*Комбіноване моделювання* передбачає створення структури моделі аналітичними або евристичними методами. Спершу визначають тип моделі (наприклад лінійна чи нелінійна), а її параметри уточнюють на основі аналізу експериментальних даних. Отже, комбіноване моделювання поєднує апріорну інформацію (до експерименту) і апостеріорну (отриману під час експериментів).

*Імітаційне моделювання* побудовано на алгоритмах, які відтворюють процес функціонування системи в часі із заданими початковими даними. Цей тип моделювання дає змогу враховувати такі аспекти, як дискретність і неперервність елементів, нелінійність характеру явищ чи випадкові дії із заданими законами розподілу. Імітаційні моделі є незамінними для опису складних систем управління, потребують обчислювальної техніки та спеціалізованих мов програмування. Важливо забезпечити ефективну взаємодію дослідника із системою моделювання через доступні засоби інтерфейсу.

*Графічне моделювання* описує об'єкт або явище за допомогою зображень — креслень, схем чи рисунків.

*Структурне моделювання* демонструє структуру об'єкта або процесу через таблиці, діаграми, графіки.

*Текстове моделювання* формує уявлення про об'єкт або процес через текстовий опис.

*Спеціальні моделі* застосовують в окремих галузях, наприклад хімічні формули, нотний запис музичних творів або записи шахових партій.

*Натурне моделювання* охоплює кілька видів: науковий експеримент, комплексні випробування та виробничі експерименти.

*Науковий експеримент* проводять для перевірки гіпотез, розроблення нових теорій чи відкриття нових закономірностей. Під час його проведення

активно використовують вимірювальні установки і додаткову апаратуру, що забезпечує організацію експериментальних дій. До наукового експерименту також залучені засоби обчислювальної техніки як для аналізу даних, так і керування самим експериментом.

*Комплексні випробовування* виконують на реальних системах у нормальному режимі їх функціонування. Основна мета такого моделювання — створення моделей, які оцінюють окремі аспекти роботи системи, наприклад її надійність або ефективність.

*Виробничий експеримент* орієнтований на аналіз властивостей системи чи оцінювання здатності виконувати конкретні прикладні функції.

#### **5.4 Функції моделювання**

Моделювання виконує кілька важливих функцій: пізнавальну, дослідницьку, конструкторську та навчальну. Воно дає змогу спрощувати складні об'єкти для їх аналізу, прогнозувати поведінку систем, проводити експерименти у віртуальному середовищі, створювати нові рішення [11].

Розглянемо **основні функції моделювання** докладніше.

**Пізнавальна функція.** Моделювання сприяє глибшому розумінню структури, властивостей і закономірностей функціонування реальних об'єктів, процесів або явищ. Воно допомагає візуалізувати і аналізувати те, що недоступне або складне для безпосереднього спостереження в природних чи технічних умовах.

**Дослідницька функція.** Завдяки моделюванню можна проводити віртуальні експерименти, перевіряти висунуті гіпотези, досліджувати вплив різних факторів на об'єкт. Це особливо цінно, коли проведення реальних експериментів є технічно складним, надто дорогим чи небезпечним.

**Конструкторська функція.** Моделювання використовують для розроблення нових об'єктів, пристроїв і систем. Воно допомагає оцінити конструктивні рішення, оптимізувати параметри і запобігти помилкам ще на ранніх етапах проектування.

**Навчальна функція.** Застосування моделей у навчальному процесі сприяє легшому засвоєнню складних концепцій, покращує закріплення знань і допомагає розвивати навички аналітичного мислення.

Моделювання є універсальним інструментом, який знаходить застосування в багатьох сферах — від науки і техніки до економіки та управління. Воно забезпечує ефективне вирішення широкого спектра завдань, пов'язаних із дослідженням, проектуванням і ухваленням рішень.

## ЛЕКЦІЯ 6

### Основи економіко-кібернетичного моделювання

#### План лекції

- 6.1 Економічне моделювання.
- 6.2 Вплив кібернетики на економічне моделювання.
- 6.3 Цифрове моделювання економіки.

#### 6.1 Економічне моделювання

**Економічне моделювання** являє собою процес створення математичних або комп'ютерних моделей, які спрощено відображають економічні явища та процеси. Ці моделі використовують для аналізу, прогнозування і ухвалення рішень, вони допомагають досліджувати складні економічні системи, перевіряти гіпотези та оцінювати наслідки політичних заходів без необхідності реальних експериментів [12].

## **Основні аспекти економічного моделювання**

*Математичні та комп'ютерні моделі.* Економічні моделі можуть мати математичний характер, із використанням рівнянь і функцій для опису взаємозв'язків між змінними, або базуватися на комп'ютерному моделюванні, що дає змогу імітувати складні економічні системи.

*Абстракція та спрощення.* Усі моделі є певним спрощенням реальності. Вони виділяють основні аспекти досліджуваних явищ, ігноруючи деталі, менш значущі в рамках аналізу.

*Аналіз і прогнозування.* Економічні моделі застосовують для оцінювання поточного стану економіки, прогнозування майбутніх тенденцій і аналізу можливого впливу політичних рішень.

*Ухвалення рішень.* На основі результатів моделювання різні економічні суб'єкти — уряди, підприємства та інші організації — отримують змогу ухвалювати більш обґрунтовані та стратегічно важливі рішення.

*Рівні агрегації.* Моделі можуть охоплювати три рівні деталізації: макрорівень (наприклад національна економіка), мезорівень (галузевий аналіз) і мікрорівень (поведінка окремих учасників, таких як споживачі чи компанії).

## **Приклади економічного моделювання**

*Моделі економічного зростання.* Аналізують довгострокові тенденції зростання економіки, ураховуючи фактори, що впливають на продуктивність праці та обсяги інвестицій.

*Моделі ринків.* Вивчають механізми поведінки споживачів і виробників, аналізують попит, пропозицію та формування цін.

*Макроекономічні моделі.* Досліджують взаємодії між основними макроекономічними показниками, такими як сукупний попит і пропозиція, інфляція чи рівень безробіття.

*Фінансові моделі.* Допомагають оцінювати вартість активів, керувати ризиками та ухвалювати інвестиційні рішення.

Економічне моделювання відіграє важливу роль у розумінні та управлінні складними процесами в економіці. Воно сприяє ухваленню стратегічних рішень, особливо в умовах невизначеності, забезпечуючи обґрунтований підхід щодо вирішення завдань різного масштабу.

## 6.2 Вплив кібернетики на економічне моделювання

На сьогодні економічна кібернетика включає чотири напрями: системний аналіз економіки (і системний підхід), теорію економічної інформації, теорію систем, що управляють, а також моделювання економічних процесів.

*Економічна кібернетика* – молода наука, але вже досягнуті нею результати свідчать про її великі можливості і ще не використані резерви [4].

Центральним поняттям кібернетики є поняття складної динамічної системи.

*Система* – це сукупність об'єктів довільної форми і змісту, взаємно пов'язаних між собою і об'єднаних деякою регулярною взаємодією. Поняття «система» розглядають як протилежне безладній сукупності різних об'єктів. Основна відмінна якість системи – певна впорядкованість, взаємозв'язок, взаємодія її складових елементів.

**Економічна система** є складною системою управління, причому різноманітність структур управління визначена різноманітністю економічних систем і процесів, а також різноманітністю характеристик.

Для зовнішнього середовища економіка є:

- виробничою системою, що виробляє матеріальні блага, які задовольняють певну потребу;
- системою цілеспрямованого перетворення ресурсів;
- об'єктом застосування живої і громадської праці;

- перетворювачем інвестицій на знову створений капітал;
- інформаційною системою управління процесами функціонування і розвитку об'єкта, що реалізує функції організації, контролю, аналізу, регулювання, координації, планування і проектування за допомогою відповідних структур – організаційно-господарської і соціально-економічної.

Отже, із позицій теорії управління економіку (економічну систему) з урахуванням її зовнішнього середовища можна визначити як систему управління обмеженими ресурсами з метою задоволення матеріальних потреб суспільства.

Нині в економічних дослідженнях починають застосовувати поняття економіко-кібернетичної системи.

**Економіко-кібернетична система** істотно відрізняється від інших кібернетичних систем, оскільки вона містить як один зі своїх елементів розумну людину, яка виконує функції управління, ухвалення рішення і контролю [12].

Економіко-кібернетична система є складною динамічною системою, для стану якої характерними є багато показників, що змінюються як у часі, так і просторі, схильною до дії як об'єктивних, так і суб'єктивних факторів. Складність цієї системи визначена безліччю складових її елементів, а також прямих і зворотних зв'язків між ними. Динамічність системи полягає в її швидкому розвитку, необхідності обліку багатьох факторів, що змінюються [13].

Управління підприємством є цілісною економіко-кібернетичною системою і має всі ознаки, які справджують використання для його дослідження методів економічної кібернетики [14].

**Економіко-кібернетичний підхід** – це спосіб дослідження складних економічних систем, у яких процес управління базований на зборі, накопиченні, аналізі й передаванні інформації з метою досягнення високої

ефективності їх організації та управління за рахунок використання методів і засобів економічної кібернетики.

Економіко-кібернетичний підхід припускає таку послідовність дослідження системи управління: системний аналіз процесу управління підприємством; аналіз потоків економічної інформації; побудова кібернетичної моделі системи управління підприємством; оптимізація показників ефективності системи управління.

Моделювання серед багатьох наукових методів, використовуваних економічною кібернетикою, займає особливе місце.

Моделювання в економіці застосовують під час планування, управління, прогнозування і т. д. Популярність моделей в економічних дослідженнях зумовлена зростаючою потребою в експериментальній перевірці теоретичних розробок. Кібернетика надала в розпорядження дослідника методи і моделі, що дають йому змогу аналізувати процеси з високою продуктивністю і ефективністю. Кібернетика, використовуючи свій апарат дослідження, значно вдосконалила моделювання, сприяла його розвитку, створила свої спеціальні кібернетичні моделі і способи моделювання. Водночас кібернетика ніколи не протиставляла моделювання іншим методам і розвивала його в комплексі та взаємозв'язку з іншими способами дослідження

Моделі, використовувані в економічній кібернетиці, називають **економіко-кібернетичними моделями**.

Існує декілька типів економіко-кібернетичних моделей: структурні моделі, моделі поведінки і функціональні моделі.

У процесі аналізу економічних систем треба використати безліч моделей, кожна з яких вирішує певні завдання; немає моделі, здатної відповісти на всі запитання.

Економіко-кібернетичний підхід припускає поділ усіх моделей на два класи: розімкнені і замкнуті.

### 6.3 Цифрове моделювання економіки

Цифрова економіка являє собою систему соціальних, економічних і культурних відносин, у яких головну роль відіграють цифрові інформаційно-комунікаційні технології. Вона створює можливості для впровадження електронної торгівлі товарами та послугами, охоплює три основні компоненти: інфраструктуру (апаратне і програмне забезпечення, телекомунікаційні мережі), електронний бізнес і електронну комерцію [13].

Використання інформаційних технологій спрощує аналіз кількісних взаємозв'язків і закономірностей у соціально-економічних системах, що робить комп'ютерні та цифрові математичні моделі невід'ємною складовою сучасної цифрової економіки. Основою таких моделей є математичне моделювання, метою якого є інтеграція математичних моделей в економічні інформаційні системи для сприяння науково-технічному та культурному прогресу суспільства.

*Математичне моделювання* в цифровій економіці виконує низку важливих функцій [15]:

1 Дослідження і прогнозування взаємодій економічних систем:

- аналіз макроекономічних відносин між виробниками, споживачами, урядом, банками та інвесторами;

- розгляд мікроекономічних аспектів, як-от розподіл ресурсів, доходів і стійкий розвиток підприємств.

2 Підтримка процесу ухвалення рішень про регулювання цифрової економіки: оцінювання наслідків різних регуляторних заходів з урахуванням їхньої ефективності та впливу на політику.

Виконання цих функцій передбачає вирішення таких завдань:

1 Поліпшення економічної інформаційної системи через аналіз і корегування наявної інформації та формування нових даних.

2 Збільшення точності та швидкості економічних розрахунків за допомогою формалізації задач і використання обчислювальних потужностей.

3 Поглиблення кількісного аналізу через моделювання, яке допомагає вивчати навіть якісні аспекти даних.

4 Вирішення принципово нових завдань у сфері економіки.

Однак математичне моделювання стикається з низкою викликів у контексті цифрової економіки:

- складність моделей через значну кількість змінних;
- дефіцит якісних даних;
- складність урахування людського фактора;
- необхідність адаптації до динамічних змін економічного середовища;
- залежність від досвіду дослідників і емпіричних експериментів.

Незважаючи на ці проблеми, розвитку математичного моделювання сприяє впровадження *комп'ютерного моделювання*. Його поділяють на аналітичне (створення математичних співвідношень) і комп'ютерне (побудова алгоритмів і програм). У рамках сучасної цифрової економіки комп'ютерне моделювання перетворилося на окремий напрям, часто називають його цифровим.

Комп'ютерне моделювання має на меті відтворення поведінки системи за допомогою програмного забезпечення, яке описує залежності між числовими величинами, і використання даних для аналізу динаміки системи. Його основна функція полягає в підготовці рішень із фінансових, організаційних, соціальних або технічних питань.

У межах комп'ютерного моделювання виділяють різні типи моделей:

1 Фізичні моделі — інтеграція комп'ютера в експериментальні установки або тренажери для симуляції технічних систем.

2 Обчислювальні моделі — розв'язання систем рівнянь для аналізу соціально-економічних явищ у різних умовах.

3 Імітаційні моделі — програми для відтворення поведінки складних систем із високою точністю.

4 Цифрові моделі.

**Цифрове моделювання економіки** являє собою використання комп'ютерних моделей для аналізу, прогнозування та вдосконалення економічних процесів і систем. Завдяки цьому методу можна оцінювати різні сценарії, досліджувати вплив певних факторів без необхідності проведення реальних експериментів.

Цифрове моделювання базовано на математичних і кібернетичних моделях, які відображають реальні економічні явища.

Також цифрові моделі враховують велику кількість взаємопов'язаних факторів, що дає змогу глибше дослідити їхню динаміку та взаємодії, серед яких:

- *прогнозування економічних тенденцій*. На основі даних моделей можна передбачати зміни в цінах, рівень інфляції, обсяги виробництва та інші економічні показники;

- *оптимізація економічних рішень*. Цифрове моделювання сприяє пошуку найефективнішого способу розподілу ресурсів, управління бізнесами та розроблення політичних стратегій у сфері економіки;

- *вивчення варіативності сценаріїв*. Завдяки моделям можна оцінити вплив певних факторів, таких як зміни в податковій політиці або впровадження інноваційних технологій, на економічний стан;

- *економія ресурсів*. Замість проведення витратних і трудомістких експериментів у реальності цифрове моделювання пропонує ефективний спосіб їх імітації.

Приклади застосування цифрового моделювання демонструють його важливість у різних аспектах економіки:

- *макроекономічне моделювання*, наприклад оцінювання впливу державних витрат на економічне зростання або прогнозування показників інфляції, рівня безробіття;

- *мікроекономічне моделювання*. Це стосується аналізу споживчої поведінки, моделювання конкурентних ринків і вдосконалення стратегій управління діяльністю підприємств;

- *фінансове моделювання* – допомагає оцінювати ризики, прогнозувати прибутки чи збитки, а також формувати інвестиційні плани.

Роль цифрової економіки в розвитку моделювання заслуговує на особливу увагу. Ця галузь, яка активно змінює сучасний світ, потребує застосування цифрових інструментів для аналізу і управління [14].

Цифрове моделювання забезпечує компаніям і урядам можливість ухвалювати точні рішення, адаптуючись до нових реалій і викликів.

## Список літератури

- 1 Енциклопедія кібернетики: у 2 т. / за ред. В. М. Глушкова. Київ: Гол. ред. Української радянської енциклопедії, 1973. Т. 1. 596 с.
- 2 Малиновський Б. М. Історія обчислювальної техніки в особах. Київ: Фірма «КИТ», ПТОО «А.С.К.», 1995. 384 с.
- 3 Як Глушков створив першу в світі енциклопедію кібернетики. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/blogs-40810951>.
- 4 Фіголь А. Кібернетика: її визначення та значення. Мюнхен, 1966. URL: <https://diasporiana.org.ua/wp-content/uploads/books/17265/file.pdf>.
- 5 Шиян А. А. Економічна кібернетика: вступ до моделювання соціальних і економічних систем. Львів: Видавництво «Магнолія 2006», 2007. 264 с.
- 6 Лозовська Л. І., Бандоріна Л. М., Савчук Р. В., Удачина К. О. Економічна кібернетика: навч. посіб. Дніпро: УДУНТ, 2022. 152 с.
- 7 Гриценко К. Г., Яценко В. В., Братушка С. М. Системний аналіз та економічна кібернетика: підручник. Суми: Сумський державний університет, 2024. 322 с.
- 8 Григорків В. С., Григорків М. В. Моделі прийняття рішень в економіці: навч. посіб. Вид. 2-ге, випр. і доп. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2025. 264 с.
- 9 Єрмоменко В., Алілуйко А., Березька К., Мартинюк О. Економетрика: навч. посіб. Тернопіль: Підручники і посібники, 2023. 168 с.
- 10 Добротвор І. Г., Саченко А. О., Буяк Л. М. Системний аналіз: навч. посіб. Тернопіль: ТНЕУ, 2019. 200 с.
- 11 Вигоднер І. В., Моїсеєнко С. В. Економіко-математичні методи і моделі: оптимізаційні методи і моделі: навч. посіб. Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2024. 149 с.

12 Економічна кібернетика: моделювання соціально-економічних систем: колективна монографія / за заг. ред. Л. М. Савчук, К. Ф. Ковальчука. Дніпро: Пороги, 2017. 480 с.

13 Каличева Н. Є., Вакуленко Р. Г., Галушка А. С. Особливості та тенденції впровадження цифрових технологій в діяльність підприємств. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 88. С. 41-47.

14 Каличева Н. Є., Маковоз О. В., Рачкелюк С. В. Інтеграція цифрових технологій в управління підприємств автомобільної сфери. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2023. № 3 (84). С. 56-65. URL: <https://www.daemmt.odesa.ua/index.php/daemmt/article/view/473>.

15 Математичні методи і моделі в управлінні економічними процесами: монографія / Л. М. Малярець, Є. Ю. Місюра, В. В. Койбічук та ін. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 420 с.

Н. Є. Каличева, І. Л. Назаренко, А. Р. Мазіашвілі

## ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА

*Конспект лекцій*

Частина 1

Відповідальний за випуск Каличева Н. Є.

Редактор Ібрагімова Н. В.

---

Підписано до друку 25.02.2026 р.

Умовн. друк. арк. 4,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.