

ТЕМА 2. ОСНОВНІ ЕТАПИ ТА МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

2.1. Основні етапи системного аналізу

Методики, що реалізують принципи системного аналізу за конкретних умов, спрямовані на формалізацію процесу дослідження системи, процесу постановки та розв'язання проблеми. Методика системного аналізу розробляється та використовується тоді, коли досліднику бракує інформації про систему, яка б дала можливість обрати адекватний метод формального подання системи (або розв'язання проблеми).

Загальним для всіх методик системного аналізу є формування варіантів подання системи (процесу розв'язання задачі) та вибір кращого варіанта. На кожній стадії дослідження, від інтуїтивної постановки проблеми до вибору оптимальних рішень за

допомогою строгих математичних методів, використовуються різноманітні наукові методи і прийоми, що складаються із неоднакової кількості етапів аналізу, зміст яких залежить від складності розв'язуваних завдань.

У загальному вигляді системне дослідження проблеми складається з таких етапів:

- формулювання проблеми;
- виявлення цілей;
- формулювання критеріїв;
- визначення наявних ресурсів для досягнення цілей;
- генерація альтернатив та сценаріїв.

Розглянемо детальніше принципову послідовність етапів системного аналізу (починаючи з моменту постановки проблеми) [45] та методи дослідження, що найчастіше застосовуються на практиці (табл. 1).

Системне дослідження довільної проблеми починається з формулювання та опису проблемної ситуації. Попереднє формулювання проблеми є досить наближеним та може істотно відрізнитися від того, яким насправді має бути робочий варіант сформульованої проблеми. Формулювання проблеми здійснюється на вербальному рівні і, як правило, є досить розпливчастим.

Наприклад, керівника фірми можуть цікавити такі проблеми: «Як підвищити ефективність роботи працівників?», «Як збільшити обсяги продажів?», «Який вибрати інвестиційний проект?» тощо.

Таблиця 1

ПРИНЦИПОВА ПОСЛІДОВНІСТЬ ЕТАПІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Назва етапу	Зміст виконуваних робіт
Аналіз проблеми	Чи існує проблема? Точне формулювання проблеми. Аналіз логічної структури проблеми. Розвиток проблеми (у минулому і в майбутньому). Зовнішні зв'язки проблеми (з іншими проблемами). Принципова можливість розв'язання проблеми.
Визначення системи	Формулювання завдань, виходячи з проблеми. Визначення позиції спостерігача. Визначення об'єкта дослідження. Виділення елементів (визначення меж поділу системи). Визначення зовнішнього середовища
Аналіз структури системи	Визначення рівнів ієрархії. Виділення підсистем.

	Визначення функціональних і структурних зв'язків.
Формулювання загальної мети і критерію системи	Визначення цілей — вимог надсистеми. Визначення обмежень середовища. Формулювання загальної мети. Визначення критеріїв. Декомпозиція критеріїв по підсистемах. Композиція загального критерію з критеріями підсистем.
Декомпозиція мети, виявлення потреби в ресурсах	Формулювання цілей вищого рангу. Формулювання цілей підсистем. Виявлення потреб у ресурсах.
Виявлення ресурсів, композиція цілей	Оцінювання існуючої технології і виробничих потужностей Оцінювання теперішнього стану ресурсів. Оцінювання можливостей взаємодії з іншими системами. Оцінювання соціальних факторів. Композиція цілей.
Прогноз і аналіз майбутніх умов	Аналіз стійких тенденцій розвитку системи. Прогноз розвитку і зміни середовища. Передбачення виникнення нових факторів, що можуть впливати на розвиток системи. Аналіз майбутніх можливостей та ресурсів.
Оцінювання цілей і засобів	Обчислення оцінок за критерієм. Оцінювання взаємозалежності цілей. Оцінювання відносної важливості цілей. Оцінювання дефіцитності і вартості ресурсів. Оцінювання впливу зовнішніх факторів. Обчислення комплексних розрахункових оцінок.

Закінчення табл. 1

Назва етапу	Зміст виконуваних робіт
Вибір варіантів	Аналіз цілей на сумісність. Перевірка цілей на повноту. Відсікання надлишкових цілей. Розроблення варіантів досягнення окремих цілей. Оцінювання і порівняння варіантів. Синтез комплексу взаємозалежних варіантів.
Реалізація варіантів	Моделювання економічного (технологічного) процесу. Проектування організаційної структури. Проектування інформаційних механізмів. Виявлення недоліків організації управління та виробництва. Виявлення та аналіз заходів щодо удосконалення організації.

До довільної проблеми необхідно відноситись не як до ізольованої, а як до комплексу взаємопов'язаних проблем. Тому після виявлення проблеми необхідно здійснити її розширення до проблематики, тобто виявити інші проблеми, які пов'язані з досліджуваною та без врахування яких вона не може бути розв'язана.

Для виявлення та структуризації важких для розуміння та нечітко сформульованих проблем, що характеризуються великою кількістю та складним характером взаємозв'язків, застосовується **дерево аналізу проблеми**. Дерево проблеми, як правило, включає такі основні компоненти:

- що необхідно дослідити та розробити? Із яких елементів складається система?
- що має вирішити поставлене завдання?
- як система функціонує і як вона взаємодіє з іншими системами?

Для розширення проблеми необхідно розглядати як над-, так і підсистеми відносно системи, для якої сформульовано вихідну проблему, з метою виявлення основних факторів, що впливають на досліджувані процеси або систему, та визначення відношень між ними. Ці перші етапи є найважливішими, оскільки правильне розв'язання довільної проблеми залежить передусім від того, наскільки правильно з'ясовано, у чому насправді вона полягає й у чому полягає її складність.

Для розширення проблематики при аналізі організаційних систем визначають перелік заінтересованих сторін, до яких відносять:

- замовника;
- осіб, які приймають рішення;
- учасників (як активних — тих, чиї дії необхідні для розв'язання проблеми, так і пасивних — тих, на кому позначається наслідки);
- системних аналітиків (для мінімізації їхнього впливу на інших заінтересованих осіб).

Кожна з заінтересованих сторін має своє бачення проблеми та своє ставлення до неї. Формування проблематики полягає у визначенні того, які зміни і чому бажає внести кожна із заінтересованих сторін.

На наступному етапі потрібно визначити цілі, тому що як формалізовані, так і слабо структуровані проблеми необхідно звести до такого вигляду, коли вони стають завданнями відшукування відповідних засобів для досягнення

заданих цілей. Коли йдеться про цілі, то слід з'ясувати, чого ми насправді бажаємо.

Існує небезпека підміни цілей засобами, якщо суб'єкт, цілі якого необхідно виявити, сам їх чітко не усвідомлює.

Приклад. При дослідженні проблеми, де краще будувати (чи брати в оренду) додаткові складські приміщення для фірми, з'ясувалось, що головна мета полягає в поліпшенні роботи фірми, якості та швидкості обслуговування клієнтів. Але для досягнення цієї мети серед розглянутих альтернатив знайшлися ефективніші: ретельне маркетингове дослідження дало можливість оптимізувати асортимент та кількість необхідної продукції, і необхідність у додаткових складських приміщеннях відпала.

2.2. Метод побудови дерева цілей

Слід зауважити, що на практиці, як правило, існує кілька цілей і тому важливо, окрім визначення головної мети, не упустити деякі з суттєвих серед інших. Для цього застосовують метод побудови дерева цілей, що був запропонований ще 1957 року групою американських учених та успішно використаний в ряді військових та промислових програм у США, а нині є повсякденним інструментом практично будь-якого сучасного менеджера.

Під деревом цілей розуміють ієрархічну деревоподібну структуру, яка отримується поділом загальної цілі на підцілі, а їх, у свою чергу, — на детальніші складові — нові підцілі, функції тощо. Якщо всі ці елементи зобразити графічно, то одержимо «дерево цілей», повернуте «короною» донизу (рис. 5). При цьому головну ціль розміщують на найвищому рівні.

Превагою цього методу є те, що він уможливує поділ складного завдання, яке важко формалізувати, на сукупність простіших завдань, для розв'язання яких існують перевірені прийоми і методи. Послідовний поділ розв'язуваної проблеми на її частини — підпроблеми — є важливим етапом системного аналізу проблем. Поділ продовжують доти, доки не отримають прості, звичні, очевидні завдання, які можна розв'язати відомими методами.

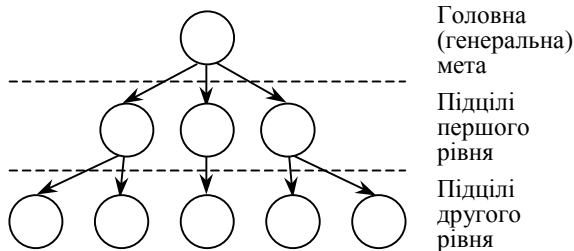


Рис. 5. Граф дерева цілей

Метод побудови дерева цілей являє собою один із найрозповсюдженіших та найефективніших способів аналізу слабо структурованих завдань, що стоять перед економічними об'єктами. Він допомагає знаходити найкращі шляхи та засоби вирішення існуючих проблем. Деревоподібні ієрархічні структури використовуються і при дослідженні та удосконаленні організаційних структур.

Приклад. Показником нульового рівня дерева цілей підприємства — критерієм функціонування — може бути максимізація заново створеної вартості. Підцілями першого рівня можуть бути: підвищення якості продукції, ресурсозбереження, розширення ринку збуту, підвищення якості сервісу, організаційно-технічний розвиток виробництва, підвищення якості життя працівників, охорона зовнішнього довкілля тощо. Потім здійснюють поділ цих підцілей на підцілі другого та третього рівнів.

При побудові дерева цілей необхідно, з одного боку, здійснювати дослідження цілей заінтересованими у розв'язанні проблеми сторонами, а з іншого — передбачати можливість уточнення цілей, їх розширення або зміни. В цьому полягає одна із головних причин ітеративності системного аналізу.

Отже, в рамках цього етапу дослідників треба:

- чітко визначити цілі, досягнення яких сприяє вирішенню виявленої проблеми;
- виявити інформацію про параметри системи та зовнішнього середовища, які необхідно враховувати;
- визначити сукупність допущень та обмежень, в рамках яких буде розв'язуватись проблема.

Слід пам'ятати, що вибір неправильних цілей призведе не стільки до розв'язання існуючої проблеми, скільки до виникнення нових проблем.

На наступному етапі необхідно визначити **критерії** та **обмеження**. Під критеріями розуміють кількісні показники якісних цілей, які мають точніше їх характеризувати. Критерії мають якомога точніше відповідати цілям, хоча і не можуть повністю збігатися з ними, оскільки вони фіксуються в різних шкалах вимірювання: цілі — в номінальних, а критерії — в шкалах, що передбачають упорядкування.

Найпоширенішими та важливими критеріями при аналізі ефективності функціонування економічних систем (наприклад, підприємств) є прибуток, собівартість продукції, обсяги виробництва та збуту, якість, надійність та конкурентоспроможність продукції, ефективність управління тощо.

При формуванні критеріїв головним є не їх кількість, а те, наскільки повно вони характеризують ціль. Тому тут прагнуть досягти компромісу між повнотою описування цілей та кількістю критеріїв. Для повноти описування проблемної ситуації необхідно розглядати три взаємодіючі системи:

- систему, в якій існуюча ситуація розглядається як проблема;
- систему, в рамках якої можна вплинути на проблему для її вирішення;
- зовнішнє середовище, в якому існують та з яким взаємодіють ці дві системи.

Необхідно враховувати, що характер цілей цих трьох систем істотно відрізняється: для першої системи необхідно розв'язати проблему, для другої головна мета полягає в розв'язанні проблеми з найменшими витратами ресурсів, при цьому необхідно враховувати вплив зовнішнього середовища.

Приклад. Якщо головною метою керівництва фірми є збільшення сегмента ринку, то для реалізації цієї мети для відділу маркетингу головною метою буде визначення стратегії просування продукції на ринку, а для виробничого відділу головною метою буде збільшення обсягів виробництва за умови обмежених наявних ресурсів (трудових, фінансових, виробничих, часу тощо). При цьому як зовнішнє середовище можна розглядати дії конкурентів, зміни у податковій політиці держави, зміни в уподобаннях споживачів тощо.

Приклад. Розглянемо з погляду системного підходу цілі соціально-економічного розвитку України.

Якщо розглядати управління економікою з погляду системного підходу, то цілі економічного та соціального

розвитку країни розробляються виходячи із стратегічної мети розвитку суспільства.

Стратегічною метою для України можна вважати зростання рівня життя населення, тобто добробуту суспільства в цілому. Одним із показників, який характеризує рівень життя, є обсяг внутрішнього валового продукту, що припадає на душу населення, який на нинішньому етапі розвитку економіки України є одним із нижчих в Європі. Тому стратегічну ціль можна сформулювати так: «забезпечення умов для сталого економічного зростання та забезпечення на цій основі підвищення рівня життя населення».

Розглянемо схематично декомпозицію цієї генеральної мети України, тобто побудуємо дерево цілей. Її досягнення забезпечується за допомогою таких підцілей економічної політики [35]:

- фінансової стабільності;
- досягнення необхідного рівня реформування різних сфер економіки;
- ефективного використання наявних ресурсів (трудових, фінансових, природних, інвестиційних тощо).

Варіант подальшої декомпозиції цих підцілей зображено на рис. 6, на якому наведено тільки кілька рівнів дерева.

Системний підхід до визначення основних напрямів економічної політики полягає в тому, що вони розробляються на основі глибокого аналізу економічної ситуації, що склалася в країні (аналізу стану системи), кон'юнктури зовнішніх ринків, міжнародної політичної ситуації (аналізу зовнішнього середовища) тощо.

Досягнення загальних цілей забезпечується застосуванням правових та економічних методів управління, що мають на меті підвищення ефективності функціонування підприємств усіх форм власності. Дія ринкових механізмів забезпечується через створення чіткого законодавчого середовища.



Рис. 6. Декомпозиція генеральної мети соціально-економічного розвитку України

Державне регулювання та управління здійснюється застосуванням економічних та адміністративних важелів. Перелік деяких видів державної політики та інструментів, що застосовуються для досягнення її цілей, наведено у табл. 2.

Оскільки визначення та обґрунтування пріоритетів основних напрямів державної соціально-економічної політики є досить складним завданням, то, як правило, для цього залучають експертів — фахівців з великим досвідом у галузі економіки та управління.

**ВИДИ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ІНСТРУМЕНТИ,
ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ
СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ**

Вид державної політики	Важелі, що застосовуються для економічного регулювання
Макроекономічна	Законодавство, постанови Кабінету Міністрів та програма Уряду, пропорції виробництва товарів і послуг, пропорції розподілу та кінцевого використання доходів, міжгалузеві пропорції тощо
Цінова	Ціни природних монополій. Важелі бюджетної, податкової та грошово-кредитної політики, безпосереднє регулювання цін, встановлення цінових пропорцій через обмеження рентабельності тощо
Бюджетна	Законодавство, доходи, видатки бюджету, джерела фінансування дефіциту бюджету, державний борг тощо
Податкова	Законодавство, ставки оподаткування, пільги тощо
Грошово-кредитна	Законодавство, облікова ставка НБУ, режим валютного курсу, номінальне значення валютного курсу, грошова маса та грошова база, обсяги валютних резервів, ставки за кредитами та депозитами тощо
Інвестиційна	Законодавство, норми амортизації, державні інвестиції
Науково-технічна та інноваційна	Законодавство, державне фінансування науки та інноваційної діяльності, державних наукових програм, патенти та ліцензії
Інституційна	Антимонопольне законодавство, регулювання фондового ринку та ринку цінних паперів, страхового ринку, управління державним сектором, рівень незалежності НБУ від органів державної та законодавчої влади тощо
Зовнішньоекономічна	Законодавство, міждержавні угоди, договори, тарифи, мито, субсидії на експорт та імпорт, нетарифні методи
Соціальна	Законодавство, рівень мінімальної зарплати, пенсій та допомоги, прожиткового мінімуму, державні витрати на фінансування соціальних програм у сфері охорони здоров'я, освіти, культури тощо.
Екологічна	Законодавство, витрати на охорону зовнішнього середовища
Розвиток галузей	Державна підтримка національного виробника, податки, субсидії, мито, важелі інвестиційної політики тощо
Регіональна	Законодавство, розподіл повноважень між центром та регіонами, розподіл податкових надходжень та

2.3. Евристичні методи генерування альтернатив

Наступним етапом системного аналізу є генерування альтернатив, тобто ідей та можливих шляхів досягнення визначеної мети. Генерування альтернатив є творчим процесом. Існує кілька методів, які застосовують для цього: метод мозкового штурму, метод Дельфі, синектика, сценарний аналіз, ділові ігри.

Метод мозкового штурму — це метод посилення творчого підходу стимулюванням генерування ідей у процесі їх обговорення групою людей, при якому забороняється критика. Мета цього методу полягає в стимулюванні висловлення ідей через заохочення ініціативи учасників. При цьому передбачається дотримання таких правил:

- жодна ідея не вважається безглуздою, і тому членів групи заохочують висловлювати довільні крайнощі та неймовірні ідеї;
- кожна з висловлених ідей належить колективу, а не особі, що запропонувала її. Тому кожен член групи використовує ідеї інших;
- жодна з ідей не піддається критиці, тому що головна мета — породжувати, а не оцінювати ідеї.

Метод мозкового штурму широко застосовується в рекламі та деяких інших галузях, де він, напевно, найефективніший.

Метод Дельфі передбачає одержання та зіставлення анонімних суджень про питання, яке становить для нас інтерес, через послідовне розсилання анкет, що перемежується з обробленням отриманої інформації. При методі Дельфі зберігаються переваги наявності кількох суджень і водночас усувається ефект зміщених оцінок, який можливий за особистої взаємодії респондентів. Основа методу — збір поштових анкет. Наприклад, учасники опитування відповідають на першу анкету та відсилають її. Спеціалісти узагальнюють відповіді, визначаючи груповий консенсус, та відправляють цей результат респондентам разом із другою анкетною для переоцінки своїх попередніх відповідей. Основна ідея цього методу полягає в тому, що консенсус приводить до кращого розв'язку після кількох раундів опитування. Але, як показують дослідження, досить часто значні зміни не відбуваються вже після другого раунду.

Приклад [9]. Цікаві результати одержала Американська асоціація маркетологів, що застосувала метод Дельфі з метою виявлення основних міжнародних проблем, які ймовірно будуть

суттєво впливати на маркетинг у 2000 році. Опитування проводилось 1991 року, і в ньому взяли участь 29 експертів з міжнародного маркетингу. Головними проблемами, які виявили експерти, були: стан навколишнього середовища, глобалізація, регіональні торгові блоки, інтернаціоналізація галузей сфери послуг та зростання прямих іноземних інвестицій.

Синектика призначена для генерування альтернатив через пошук аналогій до поставленого завдання за допомогою асоціативного мислення. На відміну від мозкового штурму головною метою тут є генерування невеликої кількості альтернатив. Для цього формується група з 5—7 осіб, які характеризуються гнучкістю мислення, широким кругозором та практичним досвідом у різних сферах діяльності, психологічною сумісністю тощо. Після набуття певного досвіду спільної роботи група починає цілеспрямоване систематичне обговорення довільних (можливо, і фантастичних) аналогій, що виникають стосовно проблеми, яка розглядається.

Особливе значення синектика надає аналогіям, які пов'язані із відчуттям рухів, що обумовлено високою організацією наших рухових рефлексів, і їх осмислення може підказати корисну нестандартну ідею. Для успішної роботи, так само як і при мозковому штурмі, необхідно дотримуватись деяких правил: забороняється обговорювати недоліки та переваги окремих членів групи, кожен має право припинити роботу без жодних пояснень, роль ведучого постійно переходить до інших членів групи. Але на відміну від мозкового штурму при застосуванні синектики необхідна спеціальна та тривала підготовка.

Приклад [9]. Ефективність синектики була продемонстрована при розв'язанні багатьох інженерних завдань: спроектувати міцніший дах, віднайти нову конструкцію консервного ножа тощо. Але відомий і приклад розв'язання такої проблеми, як розроблення нового виду продукції з потенційним річним обсягом продаж, що дорівнює 300 млн дол.

Розробка сценаріїв — це метод генерації альтернатив за допомогою аналізу ймовірних шляхів розвитку або поведінки системи у майбутньому. Отже, сценарій являє собою певний варіант можливого розвитку подій, деякий логічно обґрунтований прогноз, який з певною ймовірністю реалізується після прийняття рішення. Корисно розробляти кілька варіантів сценаріїв, як правило, песимістичних та оптимістичних, у межах яких найімовірнішим є розвиток майбутніх подій.

До сценаріїв відносять не тільки змістовні міркування, що дають змогу не втратити деякі важливі деталі, які не завжди враховуються при формальному описуванні системи, а й результати кількісного техніко-економічного або статистичного аналізу із попередніми висновками, які можна одержати на їх підставі. На практиці за сценаріями розробляють комплексні програми розвитку економіки, прогнози для окремих галузей промисловості.

Отже, сценарій є попередньою інформацією, на основі якої виконується подальша робота з прогнозування галузі чи розроблення варіанта проекту. Він уможливує уявлення проблеми, а потім перехід до формального зображення системи у вигляді графіків, таблиць для проведення експертного опитування та інших методів системного аналізу.

Метод експертних оцінок полягає в опитуванні групи фахівців з метою з'ясування їхньої думки стосовно досліджуваної проблеми. При застосуванні цього методу вважається, що думка групи експертів надійніша, ніж думка окремого експерта. Він ґрунтується на тому, що невідома характеристика досліджуваного явища трактується як випадкова величина, а індивідуальна оцінка кожного експерта щодо істинності та значущості тієї чи іншої події є відображенням її закону розподілу.

При обробленні результатів колективної експертної оцінки застосовують методи теорії рангової кореляції. Для кількісного оцінювання рівня узгодженості оцінок експертів використовують коефіцієнт конкордації (W):

$$W = \frac{12d}{m^2(n^3 - n)},$$

де

$$d = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m r_{ij} - 0,5m(n+1) \right]^2;$$

m — кількість експертів, $j = \overline{1, m}$;

n — кількість властивостей, що розглядаються, $i = \overline{1, n}$;

r_{ij} — місце, яке зайняла i -та властивість у ранжируванні j -тим експертом;

d_i — відхилення від норми рангів за i -тою властивістю від середньої арифметичної суми рангів за n властивостями.

Коефіцієнт конкордації W дає змогу оцінити, наскільки узгоджені між собою ряди переваг, що побудовані кожним експертом. Його значення знаходяться в межах $0 \leq W \leq 1$. Практично тіснота зв'язку вважається непоганою, якщо W знаходиться в межах 0,7—0,8.

Невелике значення цього коефіцієнта свідчить про слабку узгодженість думок експертів щодо досліджуваної проблеми. Це може бути зумовлено тим, що насправді у цієї групи експертів відсутня єдність поглядів або в групі експертів є підгрупи з високою узгодженістю думок, але погляди деяких інших підгруп експертів протилежні.

Під **діловими іграми** розуміють імітаційне моделювання реальних ситуацій, за якого учасники гри поведуть себе так, як би вони діяли в реальній ситуації. При цьому реальність замінюється певною моделлю. І хоча такі ігри найчастіше використовуються для навчання (наприклад, робота за тренажерами при підготовці пілотів, штабні ігри чи навчання військових, або різноманітні тренінги та бізнес-табори, які стали популярними останнім часом), їх можна використовувати і для генерування альтернатив, особливо у ситуаціях, що важко піддаються формалізації. Важлива роль при цьому надається контрольно-арбітражним групам, що керують моделлю, реєструють хід гри та узагальнюють результати.

Початкові, переважно неформальні етапи системного дослідження проблеми подано на рис. 7.



Рис. 7. Головні етапи проведення системних досліджень
Проблеми алгоритмізації системних досліджень

Під *алгоритмом* розуміють скінченний упорядкований набір точних правил, що описують, які дії і в якій послідовності необхідно виконувати, щоб після скінченного числа кроків досягти поставлену мету або одержати розв'язок завдання.

Тому, якщо формалізацію системних досліджень розглядати у вузькому значенні цього слова (як математичне формулювання задачі та знаходження методу або алгоритму її однозначного розв'язку), то системний аналіз не може бути повністю формалізований (а отже, не може бути знайдений єдиний алгоритм знаходження розв'язку), оскільки в ньому значну роль відіграє творча робота, що виконується системними аналітиками та експертами.

В арсеналі сучасного системного аналізу використовуються різноманітні аналітичні методи (наприклад, методи дослідження операцій, підтримки прийняття рішень, оптимізації, моделі теорії ігор, теорії графів, теорії оптимального керування,

математичного програмування, теорії інформації тощо). Поряд з цим значну роль у системному аналізі відіграють неформальні методи і процедури і в деяких ситуаціях цей метод зовсім не використовує формальні процедури.

Особливо це стосується системних досліджень соціально-економічних систем, які, як зазначалося вище, характеризуються великою складністю, значною кількістю взаємозв'язків, динамічністю та невизначеністю зовнішнього середовища і поведінки людей, неповнотою або неточністю вхідної інформації та ін.

Застосування необхідних методів та процедур (математичних, кібернетичних, евристичних, інформаційних) та їхня конкретна послідовність індивідуально визначаються залежно від конкретної проблеми та її специфіки, наявності ресурсів для її вирішення, досвіду та інтуїції дослідника.

Але це не означає, що можна казати про неможливість алгоритмізації системних досліджень. Зазначені труднощі приводять до того, що системний аналітик діє залежно від конкретної ситуації гнучко та різноманітно. Так, дослідник має можливість використовувати у різній послідовності ті чи інші процедури та операції дослідження систем і певною мірою спланувати свої дії наперед (у добре структурованих задачах), а може обирати чергову операцію залежно від результату, одержаного на попередньому етапі, або використовувати деякі готові алгоритми чи підпрограми аналізу.

2.4. Аналіз і синтез систем

У філософському розумінні аналіз і синтез є методами пізнання дійсності. Сутність аналітичного методу пізнання полягає у поділі (реальному чи мисленому) цілого на частини, в поданні складного у вигляді сукупності простіших компонентів та дослідженні властивостей цих компонентів. Потім знання про частини агрегуються в знання про систему в цілому. Але при поділі системи в процесі аналізу можуть втрачатися суттєві властивості як самої системи, так і окремих відділених від неї частин. Це обумовлено такими важливими властивостями систем, як цілісність та емерджентність.

Синтетичний метод пізнання полягає в об'єднанні частин у ціле. Проте синтез не зводиться лише до «механічного збирання» частин, що були одержані шляхом аналізу. При синтетичному підході систему необхідно розглядати як складову більшої системи (надсистеми) та, дослідивши її, дезагрегувати знання про

неї для пояснення частин. Це досягається вивченням значення та функцій частин у цілому. У такий спосіб аналіз і синтез доповнюють один одного.

Операції поділу цілого на частини та їх з'єднання у ціле називають відповідно **декомпозицією** та **агрегуванням**.

У вужчому розумінні **аналіз** системи полягає в її декомпозиції з подальшим визначенням статичних та динамічних характеристик її елементів, що розглядаються у взаємодії з іншими елементами системи та зовнішнім середовищем. **Синтез** системи полягає в її створенні (проектуванні, організації, оптимізації) через визначення статичних та динамічних характеристик, що мають забезпечувати у сукупності максимальну відповідність системи поставленим завданням.

Розглянемо головні завдання, що вирішуються за допомогою аналізу та синтезу систем [3].

На етапі декомпозиції системи здійснюється:

- визначення та декомпозиція загальної мети дослідження та головної функції системи як обмеження траєкторії в просторі станів системи або в області допустимих ситуацій. Найчастіше декомпозицію виконують побудовою дерева цілей та дерева функцій;

- виділення системи із середовища (поділ на «систему» та «несистему»);

- опис впливових факторів;
- опис тенденцій розвитку;
- опис системи як «чорного ящика» (див. тему 3);
- функціональна (за функціями), компонентна (за типом елементів), структурна (за типом відношень між елементами) декомпозиція системи.

Глибина декомпозиції — кількість рівнів дерева цілей — визначається метою дослідження системи.

Аналіз та синтез систем можуть здійснюватись у таких аспектах:

- структурному;
- функціональному;
- інформаційному;
- параметричному.

Структурний аналіз проводиться з метою дослідження статичних характеристик системи виділенням у ній підсистем та елементів різного рівня і зв'язків між ними. Тобто об'єктами дослідження структурного аналізу є різні можливі варіанти структури системи.

Метою структурного синтезу є розроблення (створення, проектування, реорганізація, оптимізація) системи, яка повинна

мати певні властивості. Структурний синтез виконується для обґрунтування множини елементів структури, відношень та зв'язків, які б забезпечували в сукупності максимальну відповідність заданим властивостям.

Сутністю функціонального аналізу є визначення динамічних характеристик системи через дослідження процесів зміни її станів з часом на основі прийнятих алгоритмів (способів, методів, принципів) її функціонування. У межах функціонального аналізу досліджуються алгоритми та методи управління системою, включаючи загальний закон функціонування, що містить всі основні етапи та функції управління (формулювання цілі управління, збір та оброблення необхідної інформації, прийняття рішень, планування, організації, контроль, виконання рішень тощо).

Метою функціонального синтезу є обґрунтування оптимальних характеристик процесів функціонування системи, тобто її станів у майбутньому відповідно до поставлених перед системою цілей.

Інформаційний аналіз спрямований на дослідження якісних та кількісних характеристик інформаційних процесів у системі. При цьому вивчають:

- збір та сприйняття інформації (ці процеси характеризують взаємодію системи із зовнішнім середовищем);
- обмін інформацією між окремими підсистемами;
- аналіз, оброблення, створення нової інформації;
- використання інформації;
- обмін інформацією із зовнішнім середовищем.

Завданням інформаційного синтезу є обґрунтування необхідного обсягу та форм подання інформації, методів та засобів її передавання, оброблення, зберігання. Інформаційний синтез доповнює завдання інформаційного аналізу, що здійснюється з метою визначення необхідних кількісних та якісних характеристик інформації, яка використовується в процесі функціонування системи.

Параметричний аналіз полягає у визначенні необхідної та достатньої сукупності узагальнених та часткових показників, що утворюють ієрархічну структуру та мають характеризувати найсуттєвіші властивості системи.

Сутністю параметричного синтезу є обґрунтування необхідної та достатньої сукупності показників, що уможливають оцінювання бажаних властивостей системи, яка створюється, та її загальну ефективність.

Завдання для перевірки знань

1. Виберіть правильну відповідь (одну або кілька).

Системне дослідження довільної проблеми починається з

- а) виявлення цілей;
- б) формулювання проблеми;
- в) визначення наявних ресурсів;
- г) аналізу структури системи;
- д) жодна з відповідей неправильна.

2. Чи правильне таке твердження («так» чи «ні») і чому?

Системний аналіз передбачає, що до будь-якої проблеми необхідно відноситись не як до ізольованої, а як до комплексу взаємопов'язаних проблем.

3. Закінчіть вислів:

Перевагою методу побудови дерева цілей є те, що...

4. Виберіть правильну відповідь (одну або кілька).

Етап прогнозу та аналізу майбутніх умов полягає у

- а) аналізі стійких тенденцій розвитку системи;
- б) прогнозі розвитку системи і зміни зовнішнього середовища;
- в) передбаченні виникнення нових факторів, які можуть впливати на розвиток системи;
- г) аналізі майбутніх можливостей та ресурсів;
- д) правильні відповіді а), б), в), г);
- е) жодна з відповідей неправильна.

5. Дайте відповідь на запитання.

Які, на ваш погляд, найважливіші критерії ефективності функціонування економічних систем?

6. Виберіть правильну відповідь (одну або кілька).

Генерування альтернатив пошуком аналогій до поставленого завдання за допомогою асоціативного мислення є складовою

- а) методу «мозкового штурму»;
- б) сценарного аналізу;
- в) методу експертних оцінок;
- г) синектики;
- д) методу побудови дерева цілей;
- е) правильні всі відповіді;
- е) жодна з відповідей неправильна.

Контрольні запитання та завдання

1. Охарактеризуйте головні етапи проведення системного аналізу.

2. У чому полягає розширення проблематики при аналізі організаційних систем?

3. Для чого необхідно будувати дерево цілей?

4. Побудуйте дерево цілей та проаналізуйте наявні можливості для вирішення кількох проблем, які вам доводилося вирішувати на практиці.

5. Побудуйте дерево цілей для певної фірми, підприємства, організації, про функціонування яких ви маєте відповідну інформацію.

6. Які ви знаєте евристичні методи генерування альтернатив?

7. У чому полягає сутність методу «мозкового штурму»?

8. У чому полягають головні труднощі, що виникають при алгоритмізації системних досліджень?

9. У чому полягають завдання аналізу та синтезу систем?

Практичне заняття № 1

Формулювання проблеми та її проблематики. Виявлення цілей. Метод побудови дерева цілей. Формулювання критеріїв. Визначення наявних ресурсів для досягнення цілей. Генерування альтернатив та сценаріїв.

Евристичні методи генерування альтернатив. Метод «мозкового штурму». Метод Дельфі.

Самостійна робота студентів

На самостійне вивчення виносяться такі питання:

- алгоритми системного аналізу;
- соціально-економічні експерименти та їх моделювання;
- етапи системного аналізу, що не підлягають формалізації;
- морфологічні методи;
- методи сценарного аналізу;
- ділові управлінські ігри.

Результати самостійної роботи контролюються усним опитуванням та оцінюються на практичних заняттях.

Література для самостійного вивчення теми: [7, 14, 15, 23, 29, 30, 45].