

ЗМІСТ

| | |
|---|----------|
| ЛЕКЦІЯ 2. НАУКА ПРО СИСТЕМИ, СИСТЕМНА МЕТОДОЛОГІЯ ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ: ОСНОВНІ ПОСТУЛАТИ, ПРИНЦИПИ, ОСОБЛИВОСТІ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК | 1 |
| 2.1 Наука про системи. Основні постулати та особливості науки про системи... | 1 |
| 2.2 Наука про системи та системний аналіз | 4 |
| 2.3 Основні компоненти науки про системи та їх представлення | 7 |
| 2.4 Ієрархія епістемологічних рівнів систем | 10 |

Лекція 2. Наука про системи, системна методологія та системний аналіз: основні постулати, принципи, особливості та взаємозв'язок

Мета лекції: ознайомити з основними постулатами, особливостями та принципами науки про системи; сформулювати у студентів уявлення про взаємозв'язки між наукою про системи та системним аналізом; набути знань про основні компоненти науки про системи та їх представлення; опанувати ієрархічну класифікацію систем за епістемологічними рівнями.

План лекції

- 2.1 Наука про системи. Основні постулати та особливості науки про системи.
- 2.2 Наука про системи та системний аналіз.
- 2.3 Основні компоненти науки про системи та їх представлення.
- 2.4 Ієрархія епістемологічних рівнів систем.

Перелік ключових термінів і понять з теми: наука про системи; особливості та постулати науки про системи; системна методологія; типи системних задач; міри складності; критерії визначення системи; відношення; ізоморфні класи; епістемологічні рівні; ієрархічна класифікація систем.

2.1 Наука про системи. Основні постулати та особливості науки про системи

У сучасному світі, що характеризується зростаючою складністю технологічних, соціальних, економічних, екологічних та ін. процесів, традиційні методи вивчення окремих явищ виявилися недостатніми. Виникла потреба у принципово новому підході, здатному охопити взаємозв'язки, динаміку та цілісність складних об'єктів дослідження. Такою відповіддю стала наука про системи [4, 5, 7].

Наука про системи – це міждисциплінарна галузь знань, що вивчає загальні закономірності організації, функціонування та розвитку систем будь-якої природи. Вона надає універсальний понятійний апарат та методологічну основу для дослідження явищ у різних сферах.

Предметом науки про системи є виявлення та вивчення універсальних закономірностей, що властиві системам різного типу: технічним, біологічним, соціальним, економічним, екологічним тощо.

Основне завдання науки про системи полягає у розробці єдиної теоретичної бази, яка дозволяє описувати, пояснювати та прогнозувати поведінку складних систем, використовуючи загальні принципи та методи.

Наука про системи виникла як відповідь на потребу в єдиному концептуальному апараті для дослідження складних об'єктів різної природи.

На відміну від традиційних наук, що зосереджуються на специфіці окремих об'єктів (наприклад, фізика вивчає фізичні явища, біологія – живі

організми), наука про системи вивчає те, що є спільним для різних об'єктів – їх системну організацію, структуру зв'язків, механізми функціонування та розвитку.

Фундаментальна особливість науки про системи полягає в тому, що вона досліджує не конкретні фізичні, біологічні, соціальні чи інші явища, а універсальні моделі організації та поведінки, які проявляються в системах будь-якого типу. Це робить науку про системи міждисциплінарною галуззю знання, яка надає методологічні інструменти для всіх інших наук.

Це породжує виникнення двох наслідків:

- системні знання та методологія можуть використовуватись практично у всіх розділах традиційної науки;
- наука про системи володіє гнучкістю, що дозволяє вивчати властивості відношень в таких системах і, отже, в задачах, де фігурують характеристики, досліджувані в самих різних галузях традиційної науки.

Все це дозволяє вивчати подібні системи і розв'язувати задачі в цілому, а не розглядати їх як набір незв'язаних предметних підсистем та підзадач.

Наука про системи спирається на **три постулати**:

- функціонування систем будь-якої природи може бути описано на основі розгляду формальних структурно-функціональних зв'язків між окремими елементами систем;
- організація системи може бути визначена на основі спостережень, проведених ззовні за допомогою фіксованих станів тільки тих елементів системи, що безпосередньо взаємодіють з її оточенням;
- організація системи цілком визначає її функціонування і характер взаємодії з навколишнім середовищем.

Зазначені постулати дають можливість вирішувати наступні **дві задачі**:

- 1) визначення організації системи, виходячи з характеристик взаємодії із зовнішнім середовищем;
- 2) визначення характеристик взаємодії, виходячи з організації системи.

Якщо наука про системи є наукою в звичайному сенсі, то в ній слід розрізняти три основні компоненти:

- 1) область дослідження;
- 2) сукупність знань про цю область;
- 3) системну методологію (сукупність принципів, методів, процедур і технологій дослідження, проектування та управління системами різної природи).

Центральним у системній методології є поняття **системної (епістемологічної) ієрархії**, яка відображає різні рівні нашого знання про систему.

На найпростішому рівні ми маємо лише емпіричні дані спостережень – набір змінних та їх значень у часі. Піднімаючись вище, ми виявляємо закономірності та обмеження, які характеризують можливу поведінку системи. Ще вищий рівень передбачає розуміння правил або законів, що генерують цю поведінку. Далі система розглядається як структура взаємодіючих підсистем, і

нарешті, на найвищому рівні ми оперуємо множиною альтернативних системних описів з критеріями їх порівняння та вибору.

Ця епістемологічна ієрархія визначає *три основні типи системних задач* [5]:

1. *системний аналіз* – передбачає рух від емпіричних даних до виявлення структури (ми намагаємось зрозуміти, як влаштована система, спостерігаючи її поведінку);
2. *системний синтез* – рухається у протилежному напрямку: від заданої структури до передбачення поведінки;
3. *системне проектування* – полягає у пошуку оптимальної системної конфігурації для досягнення певної мети при заданих обмеженнях.

Особливістю системної методології є фундаментальний *принцип компенсації між складністю та невизначеністю*. Коли ми деталізуємо опис системи, додаємо більше підсистем та зв'язків, ми зменшуємо невизначеність щодо її поведінки, але одночасно збільшуємо складність моделі. І навпаки, спрощуючи опис, ми втрачаємо точність передбачень. Це створює об'єктивний компроміс, з яким стикається кожен дослідник складних систем – потрібно знайти баланс між простотою моделі та її адекватністю.

Системна методологія оперує різними *мірами складності*:

- *організаційна складність* – відображає структуру взаємозв'язків між елементами системи;
- *алгоритмічна складність* – характеризує складність правил, за якими функціонує система;
- *обчислювальна складність* – вимірює ресурси, необхідні для моделювання системи.

Розуміння цих різних аспектів складності дозволяє обирати адекватні методи дослідження та моделювання.

Проблема реконструкції системи є центральною в системній методології. Маючи спостереження за поведінкою системи, ми прагнемо відновити її внутрішню структуру. Це завдання не має однозначного розв'язку – одна й та сама поведінка може генеруватися різними структурами. Тому системна методологія розробила критерії вибору між альтернативними системними описами, серед яких ключовими є простота, несуперечність та адекватність меті дослідження.

Важливою особливістю науки про системи є її *епістемологічна*, а не онтологічна *спрямованість*. Вона зосереджується не на питанні «що таке система насправді», а на питаннях «як ми пізнаємо системи» та «як ми можемо достовірно описувати та передбачувати їх поведінку». Це робить системну методологію практично орієнтованим інструментом, який допомагає розв'язувати конкретні дослідницькі та інженерні задачі.

Методологічний плюралізм є ще однією характерною рисою системного підходу. Не існує єдиного «правильного» способу системного дослідження – метод обирається залежно від мети, доступних даних, обмежень часу та ресурсів. Одна й та сама система може бути описана на різних рівнях

абстракції, з використанням різних формалізмів, і всі ці описи можуть бути однаково легітимними, якщо вони відповідають цілям дослідження.

Системна методологія наполягає на *принципі спрощення* – серед альтернативних моделей слід обирати найпростішу, що задовольняє вимогам адекватності. Це не означає примітивізації, а відображає прагнення до концептуальної економії та практичної керованості моделей.

Одночасно діє *принцип несуперечності* – системні описи на різних рівнях абстракції мають узгоджуватися між собою, створюючи когерентну картину досліджуваного об'єкта.

Формалізація та математизація є важливими, хоча й не єдиними, інструментами системної науки. Використання теорії множин, теорії інформації, теорії категорій дозволяє надати точності системним концепціям та зробити їх операційними. Однак системна методологія залишається відкритою для якісних методів аналізу, особливо коли мова йде про слабо структуровані проблеми чи системи з високим ступенем невизначеності.

Контекстуальність є невід'ємною характеристикою системного дослідження. Визначення меж системи, вибір релевантних змінних, рівень деталізації опису – все це залежить від контексту та цілей дослідника. Одне й те саме явище може розглядатися як різні системи залежно від дослідницької перспективи. Ця контекстуальність не є недоліком, а відображає прагматичну природу системного знання.

Наука про системи знаходить застосування скрізь, де потрібно впоратися зі складністю – від проектування технічних систем до моделювання економічних процесів, від розуміння біологічних мереж до управління соціальними організаціями. Її системна методологія надає універсальну мову для міждисциплінарної комунікації та інструменти для розв'язання проблем, які виходять за межі компетенції окремих традиційних наук.

2.2 Наука про системи та системний аналіз

Наука про системи та системний аналіз утворюють нерозривну єдність теоретичного фундаменту і практичної методології [4, 7]. Їх взаємозв'язок можна порівняти зі співвідношенням між фундаментальною наукою та прикладною дисципліною, де перша формує концептуальний апарат, а друга забезпечує його операційне застосування для розв'язання конкретних проблем.

Наука про системи розробляє загальні принципи, закони та концепції, які описують поведінку та організацію систем незалежно від їхньої природи. Вона досліджує фундаментальні питання структури, функції, ієрархії, емерджентності, зворотного зв'язку, стійкості, адаптації. Це теоретична база, яка встановлює універсальні закономірності, притаманні системам будь-якого типу. Наука про системи формулює епістемологічні рамки для системного пізнання, визначає рівні абстракції, через які ми розуміємо складні об'єкти, розробляє математичний апарат для формалізації системних понять.

Системний аналіз використовує цю теоретичну базу як інструментарій для дослідження конкретних систем у конкретних контекстах, перетворюючи

абстрактні принципи науки про системи на операційні процедури, які можна застосувати до реальних проблем. Якщо наука про системи відповідає на питання «що таке система і як вона влаштована взагалі», то системний аналіз розв'язує питання «як дослідити цю конкретну систему і як приймати рішення щодо неї». Системний аналіз адаптує універсальні концепції до специфіки предметної області, враховує обмеження ресурсів, часу, інформації, формулює практичні рекомендації.

Зв'язок між ними проявляється через *епістемологічну ієрархію*, розроблену наукою про системи і яку операціоналізує системний аналіз [5]. Теоретичне розуміння різних рівнів системного знання – від емпіричних даних до генеративних моделей і структурних описів – дає системному аналізу чітку дорожню карту дослідження. Системний аналітик знає, що рухаючись від спостережень до структури, він проходить послідовні етапи абстракції, кожен з яких має свої методи, інструменти та критерії валідації. Наука про системи встановила цю ієрархію, системний аналіз її реалізує.

Принцип компенсації складності та невизначеності, сформульований у науці про системи, безпосередньо керує практикою системного аналізу. Коли аналітик вирішує, наскільки деталізованою має бути модель системи, він стикається саме з цим фундаментальним компромісом. Теоретичне розуміння того, що збільшення деталізації зменшує невизначеність але підвищує складність, дозволяє свідомо обирати рівень абстракції залежно від цілей аналізу. Наука про системи пояснює чому цей компроміс неминучий, системний аналіз знаходить оптимальний баланс у кожному конкретному випадку.

Проблема ізоморфізму, центральна для науки про системи, робить можливим перенесення методів системного аналізу між різними предметними областями. Виявивши, що дві системи різної природи мають ізоморфну структуру, аналітик може застосувати методи, відпрацьовані в одній галузі, до дослідження іншої. Наприклад, методи аналізу стійкості, розроблені для технічних систем керування, виявилися застосовними до екологічних систем, оскільки математична структура петель зворотного зв'язку є ізоморфною. Наука про системи відкриває ці ізоморфізми на теоретичному рівні, системний аналіз експлуатує їх на практиці.

Концепція емерджентності з науки про системи критично важлива для системного аналізу, бо вона застерігає проти редукціонізму. Розуміючи, що властивості системи як цілого не зводяться до властивостей її частин, аналітик знає, що недостатньо дослідити окремі компоненти – необхідно також аналізувати їх взаємодії та системну організацію. Це теоретичне знання формує стратегію дослідження, де поряд з декомпозицією обов'язково проводиться синтез та аналіз інтегральних властивостей.

Методи квантифікації складності, розроблені в науці про системи, надають системному аналізу інструменти для порівняння альтернативних моделей. Коли аналітик стикається з кількома можливими описами однієї системи, він може використовувати міри організаційної, алгоритмічної, обчислювальної складності для обґрунтованого вибору. Теоретичне

обґрунтування цих мір забезпечується наукою про системи, їх практичне застосування – системним аналізом.

Наука про системи формує *методологічний плюралізм*, який системний аналіз реалізує через використання різноманітних інструментів. Теоретичне розуміння того, що не існує єдиного універсального методу для всіх системних проблем, заохочує аналітика до творчого поєднання різних підходів. Диференціальні рівняння, імітаційне моделювання, експертні оцінки, статистичні методи, якісні дослідження – інструменти системного аналізу, чия легітимність обґрунтована плюралістичною філософією науки про системи.

Принцип відкритості систем, фундаментальний для науки про системи, визначає як системний аналіз має враховувати взаємодію системи з середовищем. Розуміння того, що майже всі реальні системи є відкритими, обмінюються з оточенням речовиною, енергією, інформацією, спонукає аналітика ретельно визначати межі системи і моделювати зовнішні впливи. Теоретична концепція відкритості трансформується у практичні процедури ідентифікації входів і виходів, збурень та обмежень середовища.

Зворотний зв'язок виникає у науці про системи як універсальний механізм регуляції та адаптації. Системний аналіз використовує це поняття для діагностики проблем та проектування втручань. Виявивши негативний зворотний зв'язок, який забезпечує стійкість системи, аналітик розуміє небезпечність його порушення. Знайшовши позитивний зворотний зв'язок, що генерує експоненціальне зростання або руйнівні коливання, аналітик може запропонувати механізми обмеження. Теорія надає розуміння природи цих механізмів, практика їх ідентифікує та модифікує.

Ієрархічна організація систем, концептуалізована в науці про системи, дає системному аналізу стратегію декомпозиції складних об'єктів. Розуміючи, що складні системи природно організовані у вкладені рівні, аналітик може послідовно розбивати систему на підсистеми, потім на компоненти нижчого рівня, поки не досягне елементарного рівня, доступного для детального вивчення. Принцип «майже декомпозибельності», який стверджує що взаємодії всередині рівнів сильніші за взаємодії між рівнями, допомагає знаходити природні лінії розділу.

Наука про системи розробляє *критерії системності*, які системний аналіз використовує для валідації моделей. Чи є запропонований опис справді системним, чи він враховує взаємодії, емерджентність, динаміку, цілеспрямованість? Теоретичні критерії стають практичними чек-листами для перевірки якості аналітичної роботи. Наука визначає що таке хороша системна модель у принципі, аналіз прагне створити таку модель у конкретному випадку.

Циклічна природа системного дослідження, закладена в науці про системи, реалізується через ітеративний характер системного аналізу. Рух від даних до моделі, перевірка моделі на даних, коригування моделі, збір нових даних – ця спіраль пізнання теоретично обґрунтовується наукою про системи і практично реалізується в аналітичних проектах. Розуміння що системне знання завжди є наближенням, яке може вдосконалюватися, робить системний аналіз адаптивним та самовдосконалювальним процесом.

Концепція цілі та цілеспрямованості, розроблена в науці про системи, критично важлива для системного аналізу при визначенні меж дослідження та критеріїв успіху. Розуміння того, що системи можуть мати множинні, конфліктуючі цілі, що цілі можуть змінюватися в часі, що існує ієрархія цілей від оперативних до стратегічних, допомагає аналітику структурувати проблему та формулювати адекватні рекомендації. Теорія надає концептуальні рамки для телеологічного мислення, практика їх застосовує.

Наука про системи і системний аналіз утворюють *неперервний спектр від абстрактного до конкретного, від універсального до контекстуального, від описативного до прескриптивного*. Наука відповідає на питання «як влаштовані системи взагалі», аналіз відповідає на питання «що робити з цією конкретною системою». Наука генерує знання, аналіз його застосовує. Наука формулює закони, аналіз використовує їх як інструменти. Але це не односторонній рух – системний аналіз збагачує науку про системи новими емпіричними даними, виявляє обмеження теорій, ставить нові теоретичні питання. Практика тестує теорію, теорія керує практикою, і в цій взаємодії обидві еволюціонують та вдосконалюються.

2.3 Основні компоненти науки про системи та їх представлення

Розглянемо докладно сформульовані раніше основні компоненти науки про системи: область дослідження; сукупність знань про цю область; системну методологію накоплення нових знань про область дослідження та використання цих знань для розв'язання задач.

Виходячи з постулатів науки про системи [4, 5], *предметом будь-якої наукової дисципліни вважається певний клас систем*, якщо під системою розуміти множину елементів, які знаходяться в співвідношеннях / зв'язках один з одним та утворюють цілісність / органічну єдність, а під відношенням розуміти весь набір споріднених понять, таких, як обмеження, структура, інформація, організація, зчеплення, зв'язок, з'єднання, взаємозв'язок, залежність, кореляція і т. д.

Таким чином, система буде представляти собою впорядковану пару

$$S = (A, R),$$

де A – множина елементів, R – множина відношень між елементами множини A .

Для придання наданому визначенню системи практичної значущості, уточнимо його шляхом введення *класів впорядкованих пар* за допомогою одного з двох фундаментальних критеріїв відмінності:

- а) виділення систем, що базуються на певних типах елементів;
- б) виділення систем, що базуються на певних типах відношень.

Класифікаційні критерії а) і б) можна розглядати як ортогональні. Прикладом *критерію а)* служить традиційний підрозділ науки і техніки на дисципліни і спеціальності, причому кожна з них займається певним типом елементів (фізичних, хімічних, біологічних, політичних, економічних і т. д.). При цьому ніякий певний тип відношень не фіксується. Оскільки елементи

різних типів вимагають різних експериментальних (інструментальних) засобів для збору даних, ця класифікація по суті має експериментальну основу.

Критерій б) визначає класи, що описують різні *епістемологічні рівні*, тобто рівні знань відносно даних феноменів (тобто відношень в системах). Далі вони уточнюються за допомогою різних методологічних відмінностей.

Кожен клас систем, заданий певним епістемологічним рівнем і конкретними методологічними відмінностями, підрозділяється далі на ще менші класи. Кожен з цих класів складається з систем, еквівалентних з точки зору конкретних, практично істотних сторін визначених в них відношень. Така еквівалентність називається *ізоморфізмом*, а визначені за нею класи еквівалентності – *ізоморфними класами*.

Залежно від характеристик відношень, відносно яких вимагається ізоморфність систем, одні ізоморфні класи є підмножинами інших. Найменшими ізоморфними класами є такі класи, в яких системи є ізоморфними відносно усіх характеристик визначених на них відношень.

Оскільки системи в кожному конкретному ізоморфному класі еквівалентні тільки з точки зору деяких характеристик їх відношень, то вони можуть базуватися на абсолютно різних типах елементів.

Якщо розглядати тільки характеристики відношень в системах, то достатньо кожен клас ізоморфних систем замінити однією системою, що представляє цей клас. Оскільки вибір цих представників є довільним, то важливо, щоб для всіх ізоморфних класів використовувався один і той же критерій вибору. Для наших цілей вибиратимемо в якості представників системи, в яких множина елементів є абстрактною (не інтерпретованою) множиною однієї природи, а відношення є описаними у відповідній стандартній формі. Представників ізоморфних класів, що задовольняють цим вимогам, при певній інтерпретації терміну «стандартний» називатимемо *загальними системами*.

Отже, *загальна система* – це стандартна і не інтерпретована система, вибрана в якості представника класу систем, еквівалентних (ізоморфних) відносно деяких практично істотних характеристик відношень.

Ортогональність класифікаційних критеріїв а) і б) показана на рис. 2.1. Класи систем, що містять різні типи елементів (множина A), зображуються горизонтальними лініями, а класи систем, що містять різні відношення (множина R) – вертикальними лініями.

| Науки | | | | Техніка | | | Інші області | | | Інтерфейс | Загально-системні дослідження | Класифікація по структурним властивостям (по властивостям відношень) Наука про системи | |
|--|--------------------|------------------------|-----|-------------------------|-------------------|-----|--------------------------|-----------------|-----|--|-------------------------------|---|--|
| Фізика | Біологія | Загальносистемні науки | ... | Електротехніка | Механіка | ... | Криміналістика | Медицина | ... | | | | |
| Фізичні системи | Біологічні системи | Соціальні системи | ... | Електротехнічні системи | Механічні системи | ... | Системи в криміналістиці | Медичні системи | ... | Абстрагування → Конкретизація ← | Загальні системи | | |
| Наукові задачі | | | | Технічні задачі | | | Задачі в інших областях | | | | | | |
| Класифікація систем з точки зору спостережуваних явищ та/або розглядуваних задач | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 2.1 – Два способи класифікації систем

Усі дослідження властивостей систем та пов'язані з цим задачі, що виникають з наведеної на рис.2.1 класифікації, дістали зараз загальну назву «**науки про системи**».

У цьому сенсі **наукою про системи** називається наукова діяльність в основному теоретичного плану, яка, таким чином, доповнює експериментальні дослідження традиційної науки.

На відміну від традиційної науки, яка орієнтується на дослідження різних категорій явищ, наука про системи вивчає різні класи відношень. І, по суті, її потрібно розглядати як нове вимірювання науки.

В галузь науки про системи входять усі типи властивостей відношень, істотні для окремих класів систем або в окремих випадках істотні для всіх систем. Вибрана класифікація систем за відношеннями (рис. 2.1) визначає спосіб розбиття області досліджень науки про системи на підобласті точно так, як і традиційна наука підрозділяється на підобласті – різні дисципліни і спеціальності. Крім того, два виміри в науці, які відображає двовимірна класифікація систем, показана на рис. 2.1, є взаємодоповнююча. Їх поєднання в наукових дослідженнях стає потужнішим засобом, ніж використання кожного з напрямів окремо. Традиційний вимір науки визначає сенс і місце будь-якого

дослідження. З іншого боку, системний вимір дозволяє змістовно працювати з будь-якою наперед вибраною системою, незалежно від того, чи обмежена вона рамками однієї традиційної наукової дисципліни або ні.

Знання в науці про системи, тобто знання, що відносяться до різних класів властивостей відношень в системах, можна отримувати або за допомогою математики, або за допомогою експериментів з моделями систем на комп'ютерах. Якщо говорити про знання, отримані експериментальним шляхом, то лабораторією для науки про системи є комп'ютер.

В зазначеному сенсі *системною методологією* виступає сукупність методів вивчення властивостей різних класів систем і розв'язання *системних задач*, тобто задач, які стосуються відношень в системах і є контекстно незалежними.

Головна задача системної методології – надання в розпорядження потенційних користувачів, що представляють різні дисципліни і предметні області, методів рішення усіх визначених типів системних задач.

2.4 Ієрархія епістемологічних рівнів систем

Ієрархія епістемологічних рівнів систем утворює основу опису і представлення систем [5].

Ієрархічні рівні розрізняються знаннями дослідника про розглядуваний феномен.

Типи систем за епістемологічними рівнями можуть бути зображені на наступній ієрархічній схемі (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Ієрархічна схема типів систем

Як показано на рис. 2.2, прийнято виділяти дометодологічний рівень дослідження (*нульовий епістемологічний рівень дослідження систем*) та дослідження в межах розглядуваної методики.

Нульовий (нижній) рівень ієрархії включає *примітивні системи*:

- систему на об'єкті O ;
- конкретну I систему;
- загальну I систему.

З них дві перші примітивні системи (система на об'єкті, конкретна система) відносяться до дометодологічного рівня дослідження, а загальна система розглядається як інтерфейс між предметною областю й універсальним розв'язувачем системних задач, який дозволяє автоматизувати процес досліджень.

Системи нульового епістемологічного рівня прийнято називати *ісходними (вихідними) системами* та позначати через S .

Ісходні системи являють собою формальний опис об'єктів зовнішнього світу.

Після доповнення ісходної системи S дійсними станами виділених змінних і параметрів, формується нова система, визначена на першому епістемологічному рівні і названа *системою даних* D . Системи даних, припускають засоби для опису даних різної природи, отриманих від об'єкта.

Більш високі епістемологічні рівні містять знання про деякі інваріантні параметрам характеристики відношень на розглянутих змінних, за допомогою яких можна генерувати дані при відповідних початкових і граничних умовах на повній параметричній множині.

Системи, у яких стани основних змінних можуть породжуватися на повній параметричній множині, називаються *породжуючими системами*, позначаються через F та утворюють *другий епістемологічний рівень дослідження систем*. Породжуючі системи включають в себе засоби породження даних, адекватних об'єкту дослідження.

Розв'язання проблеми цілого і частини знаходить своє відображення на *третьому епістемологічному рівні*, коли системи, визначені як породжуючі, називаються *підсистемами загальної системи* і при цьому можуть мати деякі загальні змінні або взаємодіяти якимось інакше. Системи цього рівня називаються *структурованими системами*. Структуровані системи складаються з наборів систем більш низького рівня.

На *четвертому епістемологічному рівні* системи складаються з набору систем, визначених на більш низьких епістемологічних рівнях, і деякої інваріантної параметрам характеристики, яка описує зміни в системах більш низького рівня. Визначені в такий спосіб системи називаються *метасистемами*.

На *п'ятому рівні* допускається, що метахарактеристика може змінювати множину параметрів відповідно до інваріантної параметрам характеристики більш високого рівня. Такі системи називаються *мета-метасистемами* або *метасистемами другого порядку*.

У системах більш високого рівня використовуються системи більш низьких рівнів, і, крім того, містяться знання, не доступні більш низьким рівням. Таким чином, ісходна (вихідна) система міститься на всіх більш високих рівнях.

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте предмет та об'єкт науки про системи.
2. Наведіть основні постулати науки про системи.
3. Охарактеризуйте основні компоненти науки про системи.
4. Охарактеризуйте основні типи системних задач.
5. Яким мірами складності оперує системна методологія?
6. Охарактеризуйте критерії виділення системи за типами елементів та відношень між ними.
7. В чому полягає необхідність визначення ізоморфних класів систем?
8. Що розуміється під загальними системами?
9. Що характеризують епістемологічні рівні в класифікації систем?
10. Наведіть послідовність видів систем в ієрархічній класифікації систем.