



ЖИТОМИРСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

100
РОКІВ

Лекція 5

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ



**ЖИТОМИРСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА**

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**100
РОКІВ**

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

5.1. Основні поняття та визначення.

5.2. Основні принципи моделювання систем управління.

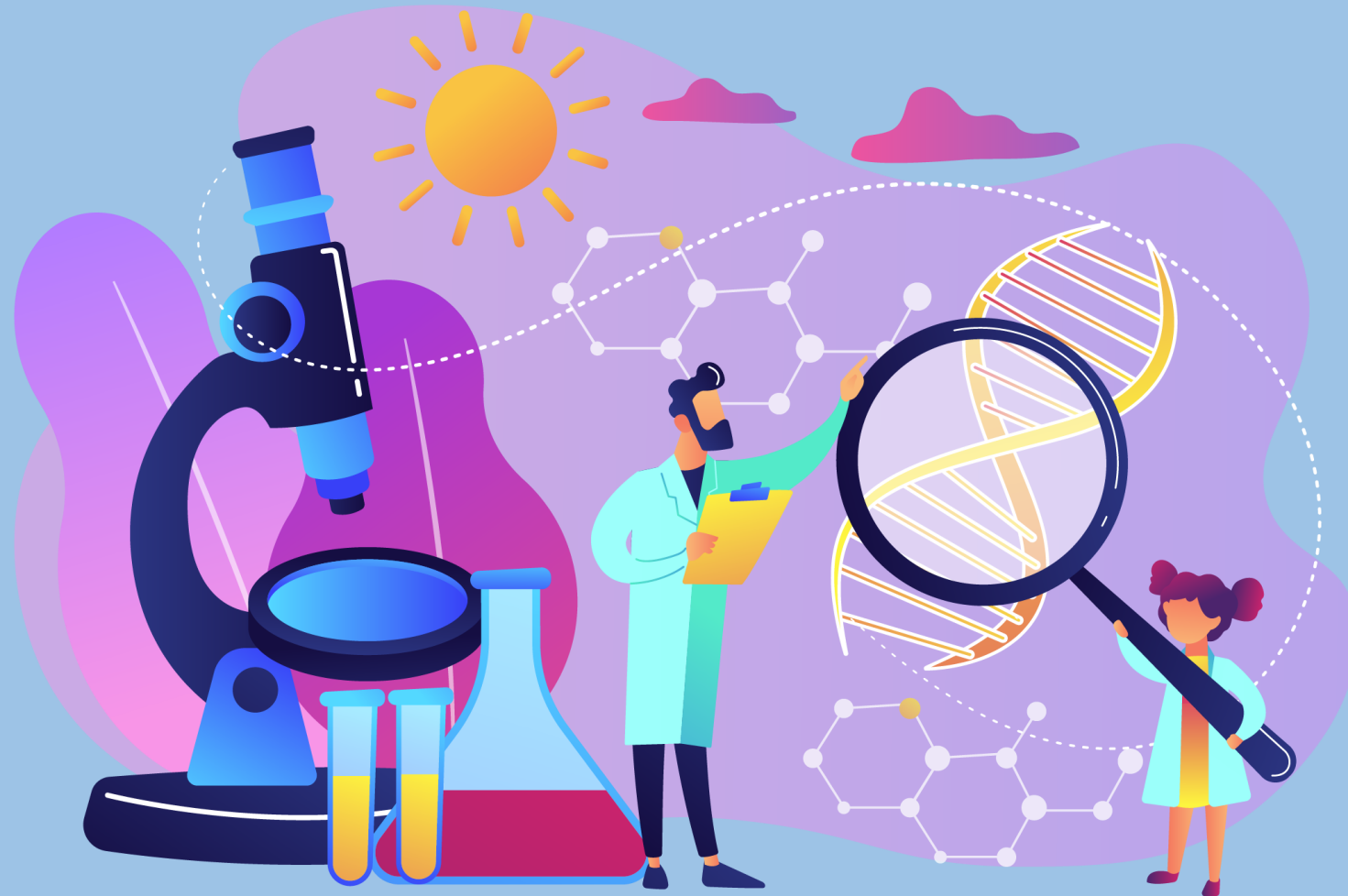
5.3. Принципи системного підходу в моделюванні систем управління.

5.1. Основні поняття та визначення.

- **Моделювання** (у широкому розумінні) є основним методом досліджень у всіх областях знань і науково обґрунтованим методом оцінок характеристик складних систем, що використовується для прийняття рішень у різних сферах інженерної діяльності.

На сьогоднішній день моделюванню приділяється значна увага. Невипадково один з найпотужніших у світі суперкомп'ютер NEC Vector SX6 (Earth-Simulator), за даними рейтингу Top500 (www://top500.org), встановлений у центрі моделювання Землі в Йокогамі (Японія). Цей комп'ютер призначений для моделювання основних властивостей складових кліматичної системи Землі: атмосфери, океану, кріосфери, поверхні суші і біосфери, а також зовнішніх і внутрішніх факторів у системі, яка визначає глобальний клімат і його зміни.

Методологічна основа моделювання.



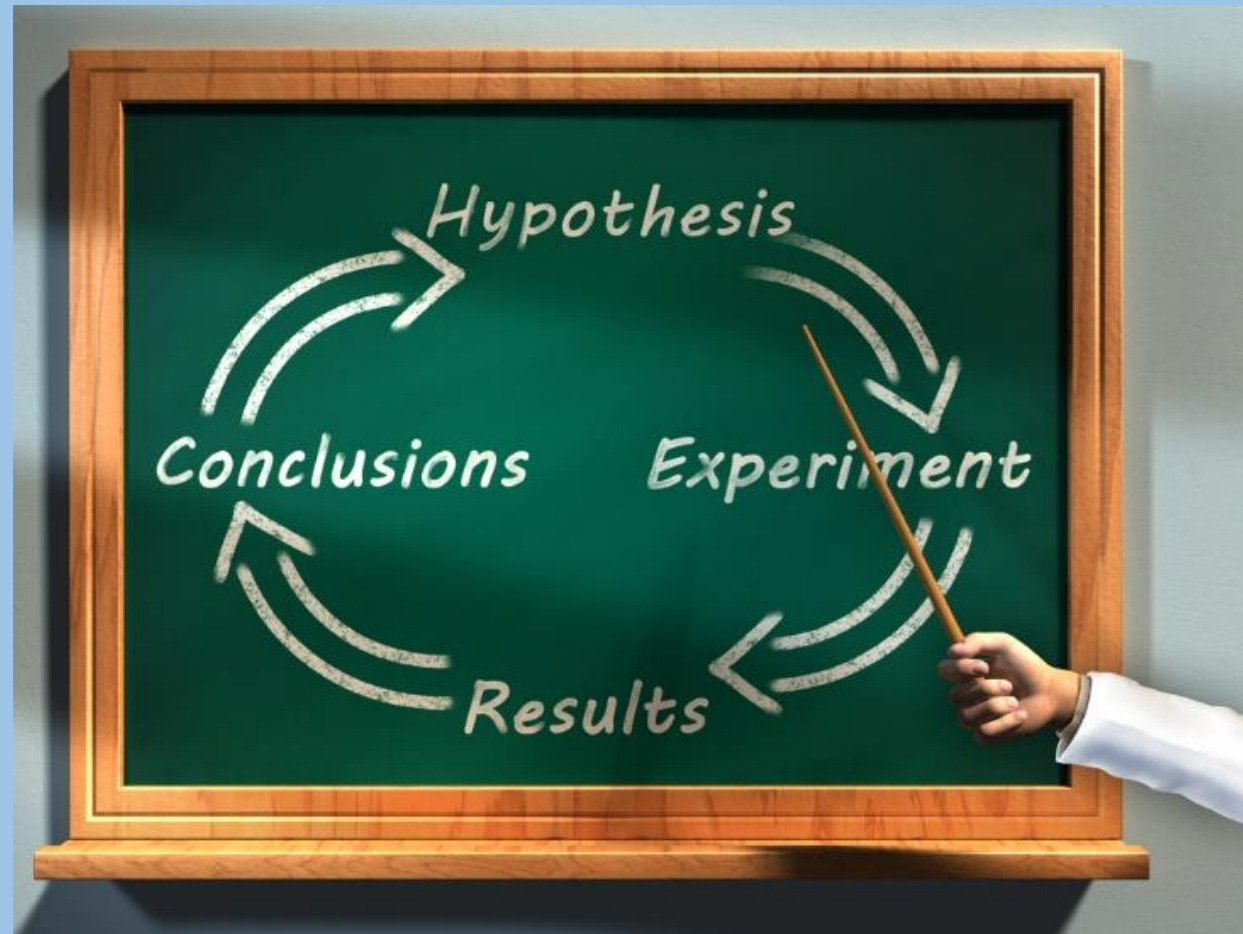
Методологічна основа моделювання.

Все те, на що спрямовано людська діяльність, називається об'єктом (лат. *objection* – предмет). Виробка методології спрямована на впорядкування одержання й обробки інформації про об'єкти, які існують поза нашою свідомістю й взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем.

У наукових дослідженнях велику роль відіграють гіпотези, тобто певні пророкування, які ґрунтуються на невеликій кількості опитних даних, спостережень, здогадів. Швидка й повна перевірка висунутих гіпотез може бути проведена у ході спеціально поставленого експерименту. При формулюванні й перевірці правильності **гіпотез** велике значення як метод судження має аналогія.

Створення гіпотез (це як?) *На основі аналогій* - це один із способів, що дозволяє здійснювати нові відкриття в науці, моделювати поведінкові ситуації, аналізувати події, що відбуваються в світі і т.д.

Походження та шлях гіпотези



- **Гіпотеза** — це припущення, яке перевіряють експериментально з можливих розв'язань проблеми.
- З точки зору логіки, **гіпотеза** — прийом пізнавальної діяльності людини, форма мислення, що являє собою здогад, тобто, положення, яке тимчасово вважається можливо істинним, поки не встановлена істина.

У практичній площині **гіпотеза** може визначатися як форма розвитку знань, що являє собою обґрунтоване припущення, висунуте з метою з'ясування властивостей і причин досліджуваних явищ. Як правило, гіпотеза висловлюється на основі ряду спостережень (прикладів), котрі підтверджують її, і тому виглядає правдоподібно.



- «Аналогія» в перекладі з давньогрецької означає «відповідність, подібність».
- *Аналогія* - це схожість будь-яких об'єктів з яких-небудь ознаками або характеристиками.
- *Аналогією* називають судження про яку-небудь приватну подібність двох об'єктів.
- Причому така подібність може бути істотною і несуттєвою. Гіпотези та аналогії, що відбивають реальний, об'єктивно існуючий світ, повинні мати наочність або зводитися до зручних для дослідження схемам, які називаються моделями.

Приклад аналогії



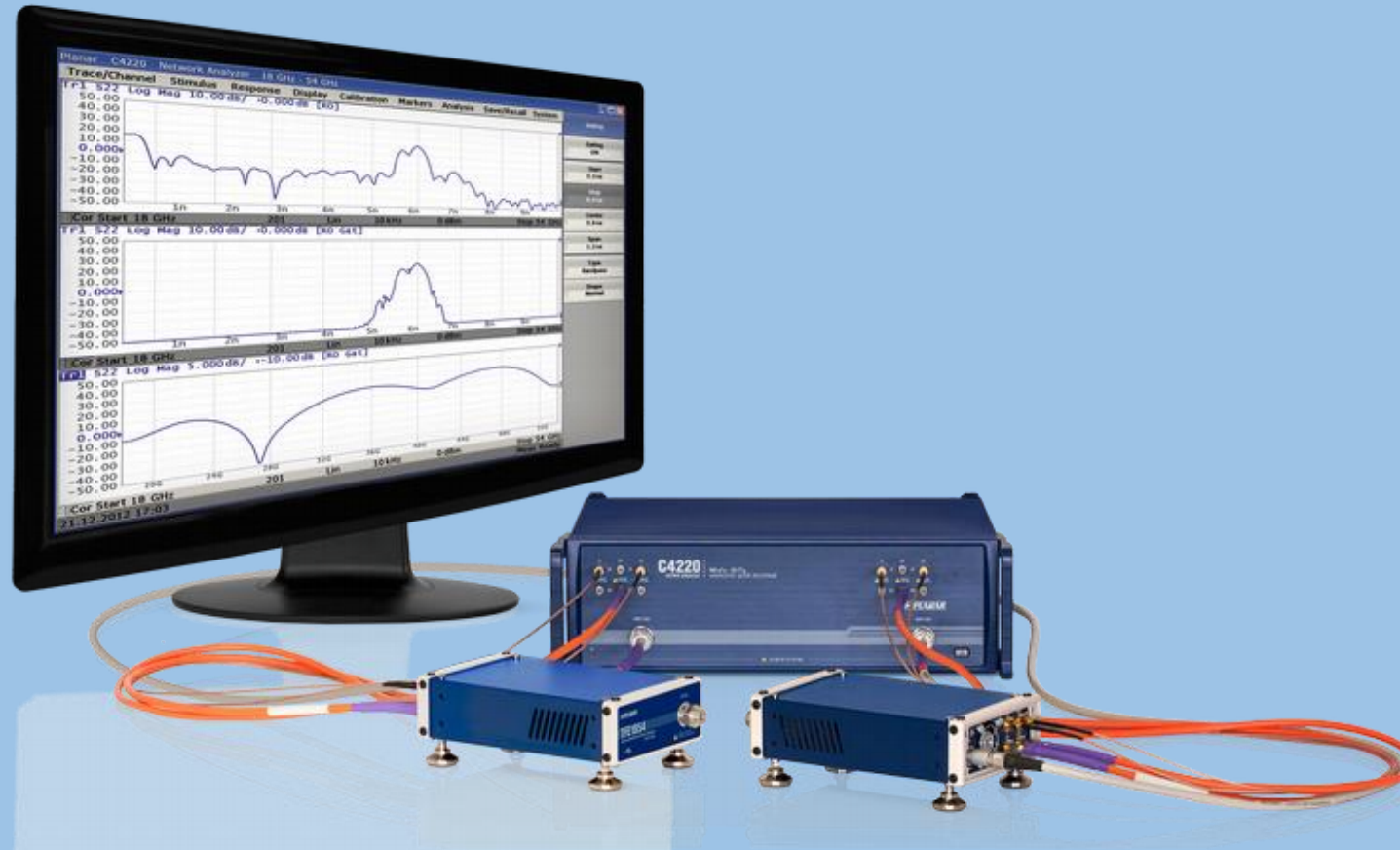
- **Модель** (лат. *modulus* - міра) - це об'єкт замітник об'єкта-оригіналу, що забезпечує вивчення деяких властивостей оригіналу.
- **Моделювання** - заміщення одного об'єкта іншим з метою одержання інформації про найважливіші властивості об'єкта-оригіналу за допомогою об'єкта моделі.
- *Узагальнено моделювання можна визначити як метод опосередкованого пізнання, при якому досліджуваний об'єкт-оригінал перебуває у деякій відповідності з іншим об'єктом-моделлю, причому модель здатна в тім або іншій відношенні заміщати оригінал на деяких стадіях пізнавального процесу.*

Поняття системи

- Основними поняттями в теорії і практиці моделювання об'єктів, процесів і явищ є поняття "система" і "модель".
- У перекладі з грецької "systema" – це ціле, яке складається з частин; об'єднання. Термін "система" існує вже більш ніж два тисячоліття, проте, різні дослідники визначають його по-різному. На сьогодні існує понад 500 визначень терміна "система". Проте, використовуючи будь-яке з них, насамперед потрібно мати на увазі ті завдання, які ставить перед собою дослідник. Системою може бути і один комп'ютер, і автоматична лінія або технологічний процес, в яких комп'ютер є лише одним з компонентів, і все підприємство або декілька різних підприємств, що функціонують як єдина система в одній галузі промисловості. Те, що один дослідник визначає як систему, для іншого може бути лише компонентом складнішої системи.

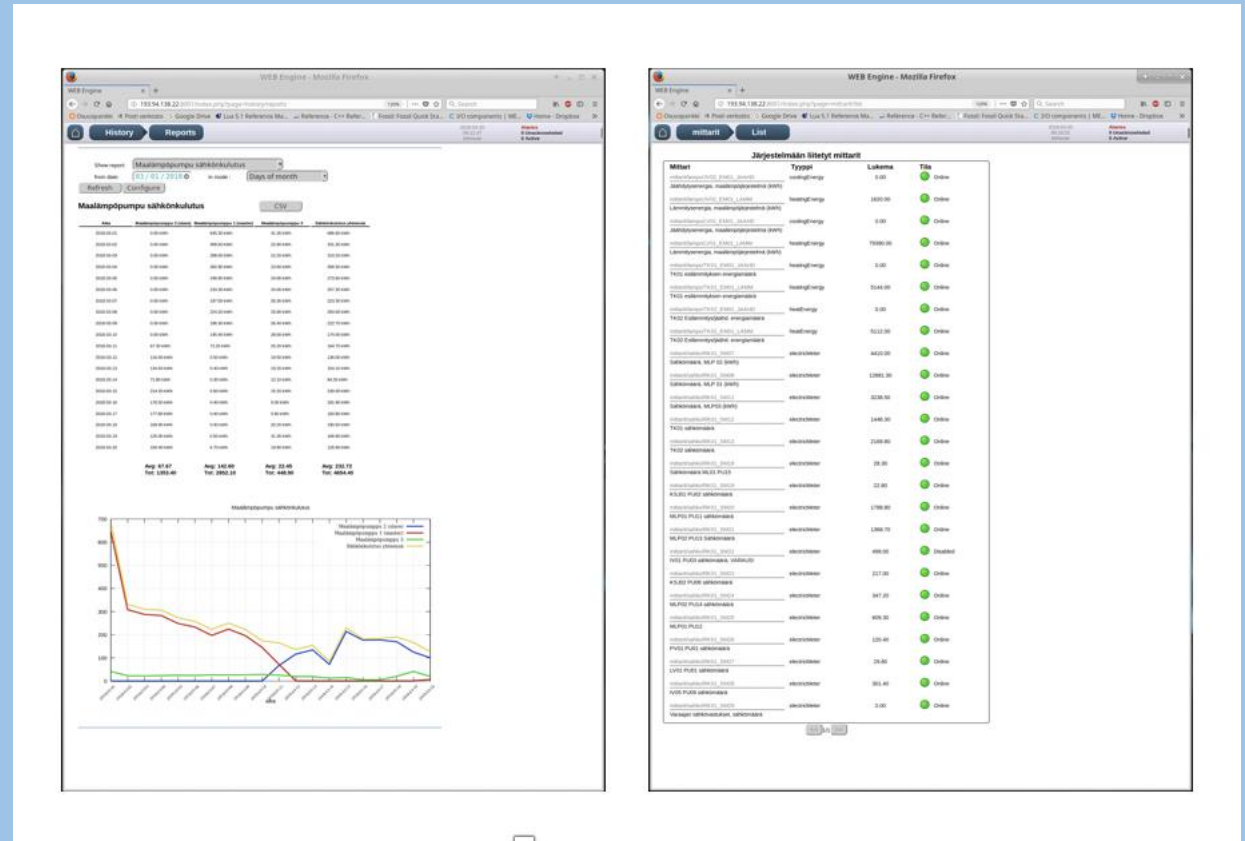
- **Система** – цілісний комплекс взаємозв'язаних елементів, який має певну структуру і взаємодіє із зовнішнім середовищем.
- **Структура системи** – це організована сукупність зв'язків між її елементами. Під таким зв'язком розуміють можливість впливу одного елемента системи на інший.

Вимірювальна система КобальтFx



Область застосування - перевірка, настройка, дослідження і розробка різних радіотехнічних пристроїв, що використовуються в радіоелектроніці, зв'язку, радіолокації, вимірювальної техніки, в умовах промислового виробництва і лабораторій, в тому числі в складі автоматизованих вимірювальних стендів.

Вимірювальна система АWM особливо добре підходить для обліку споживання. Дані про споживання можна передавати безпосередньо в програму виставлення рахунків.



- **Середовище** – це сукупність елементів зовнішнього світу, які не входять до складу системи, але впливають на її поведінку або властивості.
- Система є *відкритою*, якщо існує зовнішнє середовище, яке впливає на систему, і *закритою*, якщо зовнішнє середовище відсутнє або не враховується, у зв'язку з поставленими цілями досліджень.

Визначення поняття системи пов'язані з абстрактною теорією систем, в рамках якої використовуються такі рівні абстрактного опису:

- ✓ символічний, або лінгвістичний;
- ✓ теоретико-множинний;
- ✓ абстрактно-алгебраїчний;
- ✓ топологічний;
- ✓ логіко-математичний;
- ✓ теоретико-інформаційний;
- ✓ динамічний;
- ✓ евристичний.

- Найвищий рівень абстрактного опису систем – **лінгвістичний**; ґрунтуючись на ньому, можна отримати всі інші рівні. На цьому рівні вводиться поняття предметної області, для опису якої застосовуються моделі алгебри, пов'язані з деякою мовою. Для опису предметної області цією мовою використовуються два рівні формальних мов, за допомогою яких будують логіко-алгебраїчну модель предметної області. На цій моделі підтверджуються дослідницькі прийоми за допомогою формального апарату, яким можуть бути теорії, побудовані у вигляді дійсних висловлювань з всієї множини висловлювань. Таким чином, *система* – це окремий випадок теорії, описаний формальною мовою, яка уточнюється до мови об'єктів. Для визначення деякого поняття використовують певні символи (алфавіт) і встановлюють правила оперування ними. Сукупність символів і правил користування ними утворює абстрактну мову. Поняття, висловлене абстрактною мовою, означає будь-яке речення (формулу), побудоване за граматичними правилами цієї мови. Допускають, що таке речення містить змінні, що підбираються, так звані конституенти, які, маючи тільки певні значення, роблять дане висловлювання істинним.

Теоретико-множинне визначення системи (А. Холл, Р. Фейджин і Ф. Фейджин), згідно з яким **система** – це множина об'єктів, між якими існують певні відношення, а також їх атрибути. Під об'єктами розуміють компоненти (елементи) системи. Це, наприклад, підсистеми (тобто може існувати ієрархія підсистем) або окремі об'єкти системи.

Атрибути – це властивості об'єктів. Відношення задають певний закон, за яким визначається деяке відображення в одній і тій же множині об'єктів. Згідно з цим визначенням поняття множина і елемент є аксіоматичними.

- Так, якщо зв'язки між елементами даних множин встановлюються за допомогою деяких однозначних функцій, які відображають елементи множини в саму початкову множину, то має місце *абстрактно-алгебраїчний* рівень опису систем. У таких випадках вважають, що між елементами множини встановлені нульарні, унарні, бінарні, тернарні й інші відношення.
- Якщо ж на даних множинах визначені деякі багатозначні функції, то мають місце топологічні **абстрактні** моделі, записані мовою загальної топології або її гілок, які називаються топологією алгебри, гомологічною топологією і т. п.

- Щоб дати строге математичне визначення поняттю *динамічна* система, її наділяють властивістю мати "входи" і "виходи", тобто визначають як структурований об'єкт, куди в певні моменти часу можна вводити речовину, енергію, інформацію, а в інші моменти – виводити їх. *Динамічні системи* можна зобразити і як системи, де процеси відбуваються неперервно, і як системи, в яких всі процеси протікають лише в дискретні моменти часу.
- Інші абстрактні рівні опису систем пов'язані з розвитком інформаційних і програмних систем, а також систем штучного інтелекту.

Стадії пізнання, на яких відбувається така заміна, а також форми відповідності моделі й оригіналу можуть бути різними:

- моделювання як пізнавальний процес, що містить переробку інформації, що надходить із зовнішнього середовища, про явища, що відбуваються в ній, у результаті чого у свідомості з'являються образи, що відповідають об'єктам;
- моделювання, що полягає у побудові деякої системи-моделі (другої системи), зв'язаної певними співвідношеннями подоби із системою-оригіналом (першою системою), причому у цьому випадку відображення однієї системи в іншу є засобом виявлення залежностей між двома системами, відбитими у співвідношеннях подоби, а не результатом безпосереднього вивчення інформації, що надходить.

5.2. Основні принципи моделювання систем управління

Моделювання починається з формування предмета досліджень - системи понять, що відбиває істотні для моделювання характеристики об'єкта. Це завдання є досить складним, що підтверджується різною інтерпретацією у науково-технічній літературі таких фундаментальних понять, як система, модель, моделювання. Подібна неоднозначність не говорить про помилковість одних і правильність інших термінів, а відбиває залежність предмета досліджень (моделювання) як від розглянутого об'єкта, так і від цілей дослідника. Відмінною рисою моделювання складних систем є його багатofункціональність і різноманіття способів використання; воно стає невід'ємною частиною всього життєвого циклу системи. Пояснюється це в першу чергу технологічністю моделей, реалізованих на базі засобів обчислювальної техніки: досить високою швидкістю одержання результатів моделювання і їх порівняно невисокою собівартістю.

5.3. Принципи системного підходу у моделюванні систем управління

У теперішній час при аналізі та синтезі складних (великих) систем отримав розвиток *системний підхід*, що відрізняється від класичного (або індуктивного) підходу. Останній розглядає систему шляхом переходу від часткового до загального і синтезує (конструює) систему шляхом злиття її компонентів, що розробляються роздільно. На відміну від цього системний підхід припускає послідовний перехід від загального до частки, коли в основі розгляду лежить мета, причому досліджуваний об'єкт виділяється із навколишнього середовища.

- **Об'єкт моделювання.** Фахівці із проектування та експлуатації складних систем мають справу із системами управління різних рівнів, що володіють загальною властивістю – прагненням досягти деякої мети. Цю особливість врахуємо у наступних визначеннях системи.
- **Система S** - цілеспрямована множина взаємозалежних елементів будь-якої природи.
- **Зовнішнє середовище E** - множина існуючих поза системою елементів будь-якої природи, що роблять вплив на систему або перебувають під її впливом.

- Залежно від мети дослідження можуть розглядатися різні співвідношення між самим об'єктом S і зовнішнім середовищем E . Таким чином, залежно від рівня, на якому перебуває спостерігач, об'єкт дослідження може виділятися по-різному і можуть мати місце різні взаємодії цього об'єкта із зовнішнім середовищем.
- Із розвитком науки та техніки сам об'єкт безупинно ускладнюється, і вже зараз говорять про об'єкт дослідження як про деяку складну систему, що складається із різних компонентів, взаємозалежних один від одного. Тому, розглядаючи системний підхід як основу для побудови великих систем і як базу створення методики їхнього аналізу та синтезу, насамперед необхідно визначити саме поняття системного підходу.

- *Системний підхід* - це елемент навчання про загальні закони розвитку природи і одне з виражень діалектичного навчання. Можна привести різні визначення системного підходу, але найбільш вірне те, що дозволяє оцінити пізнавальну сутність цього підходу при такому методі дослідження систем, як моделювання. Тому досить важливі виділення самої системи S і зовнішнього середовища E з об'єктивно існуючої реальності та опис системи виходячи із загальносистемних позицій.
- При системному підході до моделювання систем необхідно насамперед чітко визначити мету моделювання. Оскільки неможливо повністю змоделювати реально функціонуючу систему (систему–оригінал, або першу систему), створюється модель (система–модель, або друга система) під поставлену проблему. Таким чином, стосовно до питань моделювання мета виникає із необхідних завдань моделювання, що дозволяє підійти до вибору критерію та оцінити, які елементи увійдуть у створювану модель M . Тому необхідно мати критерій відбору окремих елементів у створювану модель.