

Лекція. Концептуальні аспекти математичного моделювання наукових проєктів.

Вступ

У сучасному світі наука та технології розвиваються в надзвичайно швидкому темпі, що вимагає нових підходів до організації наукових досліджень. Інформаційні системи та технології підтримки наукових досліджень відіграють ключову роль у цьому процесі, адже вони забезпечують ефективний збір, обробку, аналіз та зберігання інформації. У цій лекції ми розглянемо основи інформаційних систем, їхні складові та значення у контексті наукових досліджень.

1. Основні характеристики системи як об'єкта моделювання.

Основний шлях дослідження системи – це побудова моделі. Моделювання – процес, за допомогою якого дослідник прагне зрозуміти певні аспекти реального життя. Модель не є точною копією реальності, а є спрощеним її варіантом, узгодженим із задачами дослідника. Один і той же об'єкт залежно від цілей дослідження може мати різні моделі.

При моделюванні необхідно забезпечити максимальну ефективність моделі системи. Ефективність, зазвичай, визначається як деяка різниця між якимись показниками цінності результатів, отриманих у результаті експлуатації моделі, і тими витратами, які були вкладені у її розробку і створення.

Стадії розробки моделей. На базі системного підходу може бути запропонована і деяка послідовність розробки моделей, коли виділяють дві основні стадії проектування: макропроектування і мікропроектування.

На стадії макропроектування на основі даних про реальну систему S і зовнішнє середовище E будується модель зовнішнього середовища, виявляються ресурси та обмеження для побудови моделі чи системи, вибирається модель системи й критерії, що дозволяють оцінити адекватність моделі M реальної системи S . Побудувавши модель системи та модель зовнішнього середовища, на основі критерію ефективності функціонування системи в процесі моделювання вибирають оптимальну стратегію управління, що дозволяє реалізувати можливості моделі з відтворення окремих сторін функціонування реальної системи S .

Стадія мікропроектування в значній мірі залежить від конкретного типу обраної моделі. У разі імітаційної моделі необхідно забезпечити створення інформаційного, математичного, технічного та програмного забезпечення системи моделювання. На цій стадії можна встановити основні характеристики

створеної моделі, оцінити час роботи з нею і витрати ресурсів для отримання заданої якості відповідності моделі процесу функціонування системи **S**.

Незалежно від типу моделі **M** при її побудові необхідно керуватися принципами системного підходу:

- 1) пропорційно-послідовне просування по етапам і напрямкам створення моделі;
- 2) узгодження інформаційних, ресурсних, надійностних та інших характеристик;
- 3) правильне співвідношення окремих рівнів ієрархії в системі моделювання;
- 4) цілісність окремих відокремлених стадій побудови моделі.

Модель **M** повинна відповідати заданій меті її створення, тому окремі частини повинні компонуватися взаємно, виходячи з єдиної системної задачі. Мета може бути сформульована якісно, тоді вона буде володіти більшою змістовністю і триваліший час може відображати об'єктивні можливості даної системи моделювання. При кількісному формулюванні мети виникає цільова функція, яка точно відображає найбільш істотні фактори, що впливають на досягнення мети.

Побудова моделі відноситься до числа системних задач, при вирішенні яких синтезують розв'язок на базі величезного числа вихідних даних, на основі пропозицій великих колективів фахівців. Використання системного підходу в цих умовах дозволяє не тільки побудувати модель реального об'єкта, але і на базі цієї моделі вибрати необхідну кількість керуючої інформації в реальній системі, оцінити показники її функціонування і тим самим на базі моделювання знайти найбільш ефективний варіант побудови і вигідний режим функціонування реальної системи **S**.

2. Поняття моделі.

Моделювання як метод дослідження відоме дуже давно – ще з часів Леонардо да Вінчі та Галілея. З розвитком виробничих сил суспільства воно знаходить усе нові й нові застосування. У сучасному світі моделювання стало складовою частиною не тільки експериментальних досліджень і конкретного технічного проектування – інженерної справи; завдяки моделюванню створюються абстрактні теорії, воно використовується в усіх галузях науки.

Математичне моделювання є найвищою формою моделювання. Воно сприяло розвитку науки й техніки індустріального суспільства, а з появою електронно-обчислювальних засобів обробки інформації привело до бурхливого розвитку сучасного – постіндустріального – суспільства.

Моделювання. Метод моделювання є методом дослідження властивостей певного об'єкта (оригіналу) за допомогою вивчення властивостей

іншого об'єкта (моделі), який є зручнішим для дослідження і знаходиться у певній відповідності до першого об'єкта (оригіналу).

Моделювання – це побудова (або вибір) і вивчення такого об'єкта будь-якої природи (моделі), що здатний замінити собою досліджуваний об'єкт (оригінал) і вивчення якого дає нову інформацію про досліджуваний об'єкт.

3. Класифікація математичних моделей

Моделі класифікують за такими параметрами: за складністю об'єкта моделювання; за типом оператора моделі; за типом вхідних та вихідних параметрів; за метою моделювання.

Детерміновані (визначені) математичні моделі. Всі співвідношення а також параметри в детермінованій математичній моделі є однозначно визначеними. Результат рішення також дає групу однозначних чисел – значень вихідних параметрів $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_N$.

Стохастичні математичні моделі на відміну від детермінованих містять параметри або окремі співвідношення імовірного характеру. Ці моделі описують стохастичні (випадкові) процеси, в яких значення параметрів є випадковими і підлягають дії статистичних законів і теорії імовірності. В різних технологіях стохастичними є процеси виготовлення штучної продукції. В безперервному дискретному потоковому виробі, наприклад, однотипних деталей після процесу гальванопокриття, окремі вироби відрізняються один від другого своїми вихідними характеристиками (товщина покриття, рівномірність, блиск, адгезія, тощо). Вхідні параметри також випадкові – локальна густина струму, швидкість конвекції і гранична густина струму, локальна концентрація при слабкому перемішуванні електроліту. В математичному моделюванні таких систем для обробки результатів використовують методи теорії імовірності та мат.статистики.

Математичні моделі систем з розподіленими параметрами. В багатьох задачах, де розглядають функціонування електрохімічних систем, процеси розподіляються нерівномірно в геометричному просторі модельованого об'єкта. Наприклад, нерівномірно розподілені густини струму на поверхні великогабаритних електродів, концентрації учасників електрохімічних реакцій вздовж потоку розчину в електрохімічних апаратах витискування, концентрації і густини струму в пористих електродах, тощо. Такі об'єкти описують системами диференціальних рівнянь другого порядку, які належать до математичної теорії поля.

4. Технології підтримки наукових досліджень

Системи управління даними Ці системи дозволяють організувати зберігання та обробку даних, включаючи:

- Реляційні бази даних: використовують структури таблиць (наприклад, MySQL, PostgreSQL).

- Нереляційні бази даних: для роботи з неструктурованими даними (наприклад, MongoDB).

Інструменти для аналізу даних

- Статистичні пакети: R, Python (з бібліотеками NumPy, pandas), SPSS — для обробки та аналізу даних.

- Системи візуалізації: Tableau, Power BI — для графічного представлення результатів досліджень.

Платформи для співпраці

- Системи управління проектами: Trello, Asana — для планування та моніторингу наукових досліджень.

- Комунікаційні платформи: Slack, Microsoft Teams — для організації спілкування між учасниками дослідження.

Висновок

Інформаційні системи та технології підтримки наукових досліджень є важливими інструментами, які дозволяють дослідникам ефективно організовувати, аналізувати та зберігати інформацію. Вони сприяють покращенню якості досліджень і забезпечують нові можливості для співпраці та інновацій.

Рекомендована література

1. Козлов, В. М. (2022). Управління проектами в наукових дослідженнях. – К.: Видавництво "Університет".

2. Левченко, Н. П. (2018). Інформаційні технології в освіті і науці. – К.: Видавництво "Наукова думка".

3. Мітчелл, Т. (2017). Machine Learning. – New York: McGraw-Hill

4. Карташова С.С. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / С.С. Карташова, В.В. Рязанцева. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. – 239 с.

5. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації : підручник / А.В. Катренко. – Львів : Новий Світ-2000, 2013. – 396 с.

6. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. – Київ : КНЕУ, 2000. – 292 с.