**Ігор Пінецький**

**(Дрогобич, Україна)**

В основу методу покладено ідентичність форми рівнянь і однозначність співвідношень між змінними в рівняннях оригіналу і моделі, тобто, їхню аналогію. Математичні моделі досліджуються, як правило, із допомогою аналогових обчислювальних машин, цифрових обчислювальних машин, комп'ютерів.

На початку 60-их років було розроблено один із методів математичного моделювання - квазіаналогове моделювання. Цей метод полягає в дослідженні не досліджуваного явища, а явища або процесу іншої фізичної природи, яке описується співвідношеннями, еквівалентними відносно отримуваних результатів.

М.м. тією чи іншою мірою застосовують всі природничі і суспільні науки, що використовують математичний апарат для одержання спрощеного опису реальності за допомогою математичних понять. М.м. дозволяє замінити реальний об'єкт його моделлю і потім вивчати останню. Як і у разі будь-якого моделювання, математична модель не описує явище абсолютно адекватно, що залишає актуальним питання про застосовність отриманих таким шляхом даних. М.м. широко застосовується у гірництві, геології, для вивчення і аналізу процесів переробки корисних копалин.

Узагальнена методика математичного моделювання

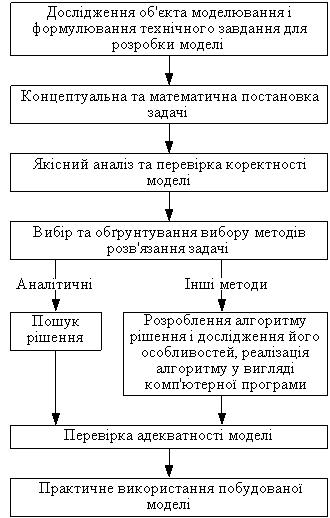
Математичне моделювання можна розглядати як засіб вивчення реальної системи шляхом її заміни зручнішою для експериментального дослідження системою (моделлю), що зберігає істотні риси оригінала. При моделюванні здійснюється апроксимація функції опису більш простою і зручною для практичного аналізу функцією – моделлю.

Математичні моделі, особливо ті, що використовують чисельні методи, потребують для свого створення значних інтелектуальних, фінансових та часових затрат. Тому рішення про створення нової моделі приймається лише в разі відсутності більш простих шляхів вирішення поставленої проблеми (наприклад, модифікації однієї з існуючих моделей).

Дослідження об'єкту моделювання і складання його математичного опису полягають у встановленні зв'язків між характеристиками процесу, виявленні його граничних і початкових умов та формалізації процесу у вигляді системи математичних співвідношень.

Процес побудови будь-якої математичної моделі можна представити послідовністю етапів, зображених на рис. 1.1.

Рисунок 1.1 – Послідовність етапів побудови математичної моделі



На етапі дослідження об’єкта моделювання потрібно виконати наступні дії:

• аналіз взаємодії об’єкта з зовнішнім середовищем, виділення характеристик вхідних впливів та реакції об’єкту, класифікація їх на вимірні та невимірні, керуючі та перешкоди;

• проведення декомпозиції та дослідження внутрішньої структури об’єкту;

• дослідження порядку функціонування об’єкту, виявлення зв’язку між входом та виходом, формування множини станів об’єкту;

• збір та перевірка існуючих експериментальних даних про об’єкти-аналоги, проведення, при необхідності, додаткових експериментів;

• класифікація об’єкта моделювання на стаціонарний чи нестаціонарний, визначення міри впливу випадкових факторів на об’єкт та порядку нелінійності зв’язків між характеристиками об’єкту;

• аналітичний огляд літературних джерел, аналіз та порівняння побудованих раніше моделей подібних об’єктів;

• аналіз та узагальнення всього накопиченого матеріалу, розроблення загального плану створення математичної моделі.

В деяких випадках дослідження внутрішньої будови та порядку функціонування об’єкта моделювання неможливе або економічно недоцільне. Тому можливо розглядати об’єкт як „чорний ящик”, стосовно якого нам відомі лише його входи та виходи.

На підставі аналізу об’єкту моделювання формується змістовна постановка моделювання, в якій мають бути зазначені:

• мета моделювання;

• тип моделі;

• вимоги до адекватності моделі та якості розв’язку.

Тип моделі має відповідати результатам класифікації об’єкта моделювання, інакше модель навряд чи буде адекватною.

Весь накопичений в результаті дослідження матеріал, змістовна постановка задачі моделювання, додаткові вимоги до реалізації моделі, оформлюються у вигляді технічного завдання на проектування та розробку моделі.

Концептуальна постановка задачі моделювання – це сформульований в термінах конкретних дисциплін (фізики, хімії, біології тощо) список основних питань, а також сукупність гіпотез відносно особливостей та поведінки об’єкта моделювання. Розробник моделі на підставі результатів аналізу об’єкта моделювання формує своє бачення стосовно процесів на об’єкті і формулює його на природній мові в термінах предметної області. При цьому з метою спрощення моделі він приймає низку припущень та обмежень. Припущення можуть містити нехтування певними процесами або зміну характеру їх протікання. Концептуальна модель має пройти погодження з експертами по даній предметній області з метою перевірки на адекватність. Адекватність концептуальної моделі визначає адекватність математичної моделі, яка формується на її основі.

Для математичної моделі обирається один з методів розв’язку, який дозволяє при заданих значеннях вхідних змінних отримати значення вихідних змінних. Вибір методу обгрунтовується на підставі властивостей моделі, даних про точність вимірювання значень змінних, вимог до точності та швидкості отримання розв’язку.

Необхідною умовою для переходу від дослідження об’єкта до дослідження моделі і подальшого перенесення результатів на об’єкт моделювання є вимога адекватності моделі об’єкту. Адекватність – це відтворення моделлю з необхідною повнотою всіх властивостей об’єкта, важливих для цілей даного дослідження. Як правило, адекватність моделі визначається на підставі статистичних оцінок розбіжностей значень вихідних змінних моделі та об’єкту при однакових значеннях вхідних змінних, розрахованих за результатами серії експериментів на об’єкті моделювання. Для перевірки адекватності моделі використовуються дані іншої серії експериментів, ніж для параметричної ідентифікації. Відмінність значень виходу моделі та об’єкту може бути обумовлена наступними причинами:

• спрощеність моделі;

• похибка чисельних методів;

• похибка вимірювальних пристроїв;

• обчислювальна похибка, пов’язана з переходом між десятичною і двійковою системами числення та особливостями комп’ютерних обчислень.

Якщо модель не задовольняє критеріям адекватності, необхідно крок за кроком перевірити коректність розробки на всіх етапах:

• умови проведення експерименту та правильність вимірювання і фіксування його результатів;

• правильність програмної реалізації алгоритмів;

• адекватність результатів параметричної ідентифікації;

• обгрунтованість вибору методу розв’язку моделі;

• коректність математичного опису явищ та характеристик об’єкту;

• адекватність концептуальної моделі.

Після успішної перевірки адекватності модель може бути застосована в задачах прогнозу та дослідження об’єкта.

Метод математичного моделювання дозволяє виключити необхідність виготовлення громіздких фізичних моделей, пов'язаних з матеріальними витратами; скорочувати час визначення характеристик (особливо при розрахунку математичних моделей на комп’ютері і вживанні ефективних обчислювальних методів і алгоритмів); вивчати поведінку об'єкту моделювання при різних значеннях параметрів; аналізувати можливість застосування різних елементів; отримувати характеристики і показники, які складно отримувати експериментально (кореляційні, частотні, параметричної чутливості).

Розглянемо особливості аналітичного та комп’ютерного (імітаційного) моделювання.

Поняття моделі та моделювання. Властивості та класифікація моделей.

Натурний експеримент (Natural experiment), тобто дослідження властивостей та поведінки об’єкта керування в певних умовах використовуючи сам об’єкт, є важливою складовою у сферах проектування та управління. Однак у багатьох випадках натурне моделювання є неможливим або недоцільним. Наприклад експерименти на об’єкті керування при управлінні технологічними процесами у режимі реального часу, проектуванні складних систем та пристроїв можуть бути економічно недоцільні або неможливі через неготовність самого об’єкту.

Метою моделювання є здобуття, обробка, представлення і використання інформації про об'єкти, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем; а модель тут виступає як засіб пізнання властивостей і закономірностей поведінки об'єкту. Основним призначенням моделі в задачах управління є прогноз реакції об’єкту на керуючі впливи. Крім того, моделі використовуються для дослідження об’єкта, аналізу його чутливості.

Основні властивості моделей:

• цілеспрямованість;

• скінченність;

• спрощеність;

• повнота;

• адекватність.

Цілеспрямованість моделі полягає в тому, що вона завжди будується з певною метою. Ця мета має вплив на те, які властивості об’єктивного явища вважаються істотними, а які – ні. Модель є, як би мовити, проекцією об'єктивної реальності під певним кутом зору. Наприклад, моделі вищого навчального закладу як інформаційної, фінансової, енергетичної та соціальної системи будуть зовсім різними. Інколи, залежно від мети, можна отримати ряд проекцій об'єктивної реальності, що вступають у протиріччя. Це характерно, як правило, для складних систем, в яких кожна проекція виділяє суттєве для певної мети з безлічі несуттєвого. Задача моделювання полягає в тому, що для заданого об’єкта потрібно підібрати такий опис, який у повній мірі відображав би оригінал з точки зору заданої мети моделювання.

Скінченність моделі визначає те, що модель відтворює лише скінчену кількість властивостей та відношень, і через це модель завжди є більш простою, ніж оригінал.

Повнота моделі полягає в тому, що вона має відображати всі істотні з точки зору мети моделювання властивості оригіналу.

**Література:**

1. Геєц В.М. Інноваційні перспективи України [монографія] / В.М. Геєц,

В.П. Семиноженко. – Харків: Константа, 2006. – 272 с.

2. Глинский В.В. Статистический анализ: учебное пособие. Издание 2-е,

переработанное и дополненное. / В.В. Глинский, В.Г. Ионин – М.: Информационно-

издательский дом “Филинъ”, 1998. – 264 с.

3. Данилишин Б.М., Сфера та ринок послуг у контексті соціальної модифікації

суспільства: [монографія] / Данилишин Б.М., Куценко В.І., Остафійчук Я.В. – К.: ЗАТ

“Нічлава”, 2005. – 328 с.

4. Діяльність підприємств сфери послуг Житомирської області [Текст]:

стат.бюлетень / Голов.упр.статистики у Житомир. обл. – Житомир: Голов. упр.

статистики у Житомир. обл., 2009. – 78 с.

5. Кратт О.А. Ринок послуг освіти: методологічні основи дослідження кон’юнктури:

[монографія] / Кратт О.А.– Донецьк: ТОВ “Юго-Восток Лтд”, 2003. – 360 с.

6. Муравьева Н.Н. Разработка модели регулирования выпуска специалистов с высшим профессиональным образованием с учетом потребностей экономики региона (на примере Волгоградской области) / Н.Н. Муравьева // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – № 36(129). – С. 47-53

7. Рязанцев С.В. Эффекты иностранной учебной миграции для России /С.В. Рязанцев, Е.Е. Письменная / Народонаселение. – 2009. – № 2(44). – С. 69-79

8. Ширяев А.Н. Вероятность: [в 2-х кн.] / Ширяев А.Н. – [4-е изд., переработ. и доп]. М.: МЦНМО, 2007., кн. 1. – 552 с.

**Науковий керівник:**

Берегуляк Оксана Романівна.