

## ПЕРЕДМОВА

Добра математична підготовка необхідна кожному інженеру, який займається творчою діяльністю. Однак володіння математичним апаратом є лише частиною арсеналу засобів, необхідних досліднику в його професійній діяльності. Важливою компонентою у підготовці інженера є навчання методів постановки математичних задач, які виникають у реальних практичних ситуаціях. Такі математично коректно поставлені задачі, які адекватно відображають об'єкти та мету їх дослідження, називають математичними моделями. Під моделлю розуміють уявну систему, яка в процесі пізнання тією чи іншою мірою може замінити об'єкт. У процесі пізнання модель є самостійним об'єктом, досліджуючи який, отримуємо нові знання про об'єкт. Моделювання – це метод, а модель – засіб наукового пізнання.

На відміну від експериментальних досліджень, математичне моделювання дає можливість без значних затрат визначати та змінювати властивості, характеристики та параметри системи, яку досліджують, а прогрес у галузі комп'ютерних технологій та середовищ математичного моделювання надає змогу уникнути труднощів аналітичних методів під час дослідження складних систем і доводити результати до числа.

Методологія математичного моделювання, яка спочатку виникла та розвивалася в надрах фізики, поступово почала проникати в інші науки (зокрема і соціальні) та сфери людської діяльності. Сьогодні можна вважати, що математичне моделювання – це головна категорія теорії пізнання, технологічна основа і методологічний прийом системного аналізу, складова системного підходу, мова, якою формується наше уявлення про живу і неживу природу.

Розвиток науки та техніки привів до вузької спеціалізації дослідників та їх підготовки. Це, своєю чергою, призвело до того, що представникові спеціальної галузі знань важко пояснити математику у зрозумілій для нього формі те, що він має зробити, а останньому бракує знань спеціаліста. У фізиці під час постановки задач математичного моделювання таких труднощів не виникало, оскільки фізик-експериментатор і математик (фізик-теоретик) спілкувалися близькими мовами. У представника спеціальної галузі знань і прикладного математика-розробника моделі часто виникають різні погляди навіть на суть проблеми і, відповідно, на можливі способи її вирішення. Навчання методології моделювання повинно наблизити математичну, значною мірою абстраговану від фізичної суті, підготовку студента до спеціальної підготовки інженерного

напряму. Сучасний інженер повинен уміти бачити за фізичними об'єктами їхні моделі – математичні співвідношення, які описують процеси, що в них відбуваються, і, навпаки, за математичними співвідношеннями – бачити об'єкти, моделями яких ці співвідношення можуть бути. Однак для цього потрібно володіти абстрактним, системним мисленням. Моделювання – це засіб для розвитку такого мислення.

У цьому посібнику зроблено спробу викласти основи методології побудови математичних моделей на прикладах реальних фізичних об'єктів та застосування математичних методів для їх дослідження. Підбір матеріалу визначався за ступенем його доступності для студентів інженерного профілю навчання, ознайомих з основами сучасного математичного апарату (зокрема покладеного в основу сучасних програмних засобів моделювання), але які не мають достатнього досвіду для його застосування.

У першому розділі розглянуто основні поняття моделювання як методу дослідження. Особливу увагу приділено означенням та тлумаченням понять об'єкта (границь, структури, параметрів стану, внутрішніх та зовнішніх зв'язків об'єкта із середовищем) та моделі об'єкта. Розглядаються методи побудови математичних моделей та питання відповідності моделі об'єктові. Даються означення поняття системи та взаємозв'язок між поняттями моделі та системи.

У другому розділі наведено приклади побудови моделей аналітичним методом. Розглядаються об'єкти різної фізичної природи, на яких ілюструється, як моделі окремих елементів об'єкта утворюють структуру системи та як отримують модель об'єкта у вигляді диференціальних рівнянь стану об'єкта. На цих прикладах у подальших розділах пояснюються властивості систем та методів їх дослідження. Моделі будуються на підставі законів збереження та інших законів та емпіричних залежностей, за якими описують процеси, що відбуваються в елементах об'єкта. Спільним у методології побудови моделей є те, що вони сформульовані в термінах простору станів об'єкта. Це сучасна форма подання систем, яка відображає процеси в об'єкті із середини і зменшує розрив між теорією і практикою їх застосування. Акцентують увагу на межах застосування моделей (припущеннях про неважливість окремих зв'язків системи із зовнішнім середовищем, наближеннях, прийнятих допущеннях, обмеженнях на діапазони зміни параметрів зовнішнього до об'єкта середовища тощо), які прийнято під час побудови моделі. Розглядаються динамічні (інерційні) об'єкти, які можуть бути адекватно описані кінцевим числом звичайних диференціальних рівнянь. До цієї категорії належать технологічні об'єкти, електричні кола, деякі гідравлічні об'єкти із зосередженими параметрами, електромеханічні системи тощо.

Останні три розділи стосуються застосування математичних методів дослідження моделей, тобто після того, як математичну модель уже отримано.

Більша частина матеріалу, викладена у цих розділах, міститься у загальних та спеціальних курсах математики. Мета цього посібника – подати його в спосіб, зрозумілий для студента інженерного напрямку навчання. З цього огляду строгі математичні доведення опускають, даючи місце численным прикладам та фізичному тлумаченню математичних термінів та методів, які застосовують для визначення властивостей та характеристик динамічних систем.

Посібник зорієнтований на студентів бакалаврського рівня навчання за спеціальністю “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Зміст посібника відповідає програмі дисципліни “Моделювання об’єктів керування”. Матеріал, викладений у посібнику, є також підґрунтям для вивчення таких дисциплін, як “Ідентифікація об’єктів керування”, “Теорія автоматичного керування та основи системного аналізу”, “Моделювання та оптимізація систем керування” та інших дисциплін спеціальності. Оскільки методологія моделювання безвідносна щодо фізичної суті об’єктів керування, він може бути рекомендований для студентів інших спеціальностей.

Викладений матеріал може бути корисним для аспірантів, наукових працівників, які займаються моделюванням, а також для викладачів при постановці курсів, в яких застосовують методологію моделювання як технологічну основу системного аналізу.

Щиро дякую за труд прочитання проекту посібника, зауваження та поради д. т. н, професору Євгену Павловичу Пістуну, д. т. н, професору Оресту Юліановичу Лозинському, рецензентам д. т. н., професору Віктору Івановичу Іваненку, д. т. н., професору Михайлу Івановичу Горбійчуку, а також моєму товаришу, к. т. н., доценту Андрію Володимировичу Серкізу за зроблені зауваження та рекомендації.

Автор