
РІЗНОМАНІТНІ КОНЦЕПЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вдовиченко І. Н.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-653-9-20>

ВСТУП

Термін математичне моделювання з'явилося і стало активно використовуватись в останні десятиріччя двадцятого століття. Виник він спочатку у фізиці. Успіхи математичного моделювання у фізиці стимулювали процес проникнення цих методів в інші галузі знань (техніку, біологію, економіку, соціологію, військову справу тощо).

Дотепер однозначно не визначено: правильна побудова моделі – це знання, досвід, уміння, інтуїція чи мистецтво дослідника. Математичне моделювання може відкрити великі світові можливості.

Математичне моделювання – це важливий інструмент для розуміння та вирішення складних завдань. Воно використовує, абстрактне уявлення систем у вигляді математичної мови, для аналізу, прогнозування і пояснення їх поведінки.

Математичне моделювання є основним для розпізнавання та вирішення реальних світових проблем. «Без математичного моделювання ми покладаємося на вигляд і зручність, вічно крутячи колеса в марних спробах зробити світ кращим».

Як пояснює Дженніфер А. Чочер із Техаського державного університету: «Математичне моделювання означає створення математичної системи для опису, пояснення чи прогнозування реального світу». Для цього необхідно зробити вибір щодо того, що слід використати, що слід спростити і як обґрунтувати цей вибір.

Незважаючи на розуміння корисності та цінності у демонстрації того, як математика може допомогти аналізувати та спрямовувати прийняття рішень для заплутаних проблем сучасного світу, у багатьох спеціалістів обмежений досвід роботи з математичним моделюванням. Для його використання необхідно знати основні поняття математичного аналізу, лінійної алгебри, дискретної математики та диференціальних рівнянь.

Бажано вміти розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь, володіти методами чисельного диференціювання та інтегрування. Схема математичного моделювання представлена на рис.1

При опануванні математичного моделювання, при визначенні чим воно є і чим займається, які у нього інструменти та яка мета, і взагалі, яка користь від його застосування, виявляються різні системи поглядів, різні методи та різні підходи. Для ефективного використання математичного моделювання у наукових дослідженнях, на виробництві, для прийняття рішень, у навчанні, слід досконало розібратися, чим же відрізняються ці концепції одна від одної.

1. Математичне моделювання у сучасному світі

Дуже важливий для математичного моделювання, звіт GAIMME, двох американських організацій, Консорціуму з математики та її додатків (COMAP) та Товариства промислової та прикладної математики (SIAM), який представляє «математичне моделювання – як процес, який використовує математику для представлення, аналізу, прогнозування або іншого надання розуміння явищ реального світу»¹. У звіті підкреслено, що математичне моделювання, на робочому місці, використовує математику для відповіді на великі, заплутані, засновані на реальності питання.

Більшість визначень підкреслюють цей найважливіший аспект, а саме, зв'язок між моделюванням та навколишнім світом. Математичне моделювання забезпечує:

- Використання мови математики для кількісної оцінки явищ реального світу та аналізу поведінки;
- Використання математики для дослідження та розвитку нашого розуміння проблем реального світу;
- Ітеративний процес вирішення проблем, у якому математика використовується для дослідження та розвитку глибшого розуміння.

«Загальна надія та бачення Консорціуму з математики та її додатків (COMAP) та Товариства промислової та прикладної математики (SIAM) полягають у тому, що цей звіт спонукає освітню спільноту включити математичне моделювання до навчальних програм, починаючи з дошкільної освіти та закінчуючи вищою освітою. Крім того, важливо, щоб були визнані та розвинені навички, необхідні для ефективного застосування математичного моделювання, такі як логічне мислення, вирішення проблем, аналіз чутливості та комунікативні навички»².

¹ GAIMME. URL:https://www.comap.com/images/resources/free_resources/GAIMME_Report.pdf

² GAIMME. URL:https://www.comap.com/images/resources/free_resources/GAIMME_Report.pdf

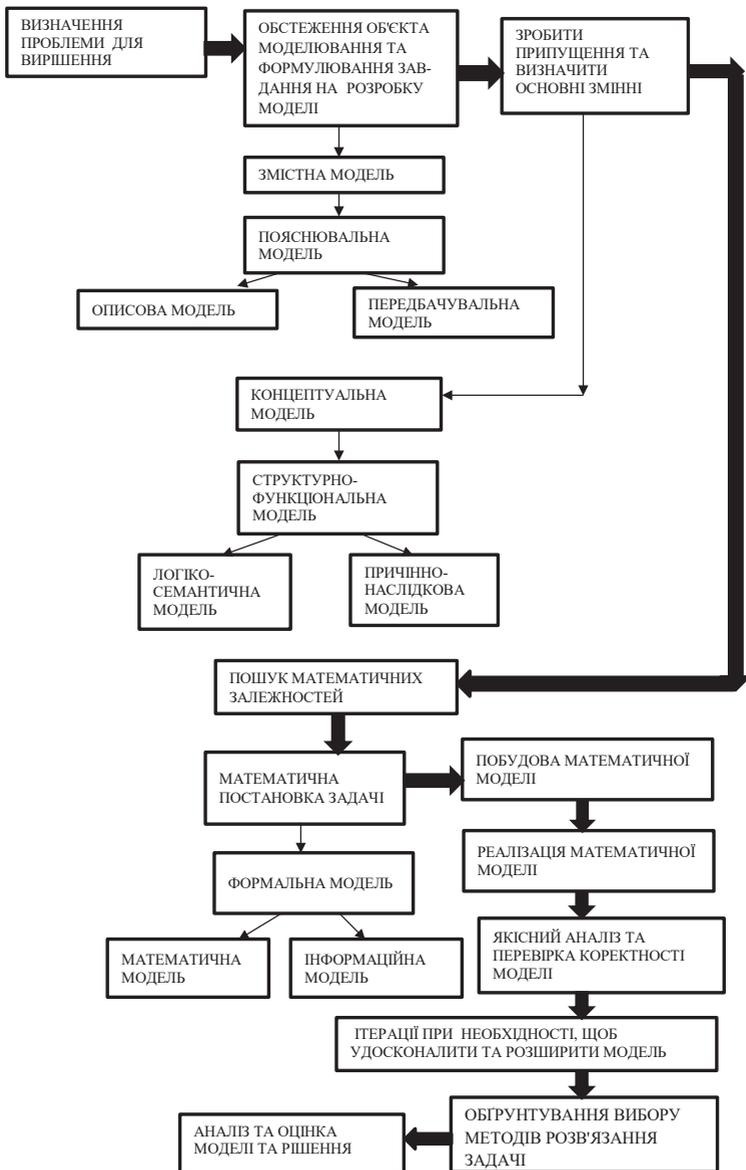


Рис. 1. Логіко-функціональна схема процесу математичного моделювання з виділенням проміжних моделей

У звіті GAİMME математичне моделювання розглядається як іменник, як дієслово, як спосіб мислення. Що ж із цього правильніше? Говорячи про моделювання часто пропонують різні за складністю типи моделей.

Але сприйняття математичного моделювання, як набору моделей і правил їх застосування дуже обмежено. Зрозуміло, що це поняття динамічне, що воно розвивається, і не може бути іменником.

Автори звіту GAİMME стверджують: «Ми говоримо не про моделі. Ми говоримо про моделювання». Справді, математичне моделювання – це процес. Спочатку виявили проблему, для її вирішення сформулювали завдання, для його виконання визначили математичну залежність та математичні моделі обчислень, виконали розрахунки, перевірили адекватність моделі, виконали аналіз результатів, осмислили вихідні дані, зробили висновки з проблеми.

На певному етапі моделювання перетворюється на звичку, завдяки якій ваш розум бачить та формує навколишній світ. Математичне моделювання розвиває «дар мислення, заснований на моделюванні, моделювання стане чимось більшим, ніж просто прогрес чи процес» 2. На цьому етапі дослідник починає думати та приймати рішення. Звідси випливає, що математичне моделювання треба розглядати як дієслово та спосіб мислення.

Розглядаючи поняття математичного моделювання використовують кілька аспектів, представляючи його:

1. Як метод розв'язання задач.
2. Як метод дослідницької діяльності.
3. Як спосіб прийняття рішення.
4. Як принцип навчання.
5. Як засіб навчання.
6. Як метод навчання.
7. Як метод викладання.
8. Як мета навчання.
9. Як засіб активізації пізнавальної діяльності.
10. Як евристичний метод навчального пізнання.

Такого розмаїття не має жодне технічне направлення.

Цінність та важливість навичок, необхідних для ефективного виконання математичного моделювання, таких як:

- логічне мислення,
- уміння вирішувати завдання,
- уміння аналізувати,
- комунікабельність,

визнаються всіма авторами, але при цьому пропонуються різні підходи до цілей та формування поняття «математичне моделювання». Актуальним стає завдання: розглянути та проаналізувати деякі з них.

2. Аналіз принципів та підходів до використання математичного моделювання

1) Пропонується підхід: використовувати ідеологію математичного моделювання виключно для розвитку особистісних та інтелектуальних якостей людини. Таких якостей як: спостережливість, вміння абстрагуватися, вміння концентрувати свою увагу на певному питанні, зосередженість, аналітичне мислення, логічне мислення, просторове уявлення, вміння робити висновки, вміння бачити за приватним загальне та виділяти із загального приватне.

Математичне моделювання – це потужний інструмент, який дозволяє застосовувати математичні концепції до конкретних завдань, сприяючи розвитку креативності та критичного мислення.

Математичне моделювання розвиває вміння виконувати структурований підхід до вирішення складних завдань, вміння викладати свої думки, знаходити рішення, коли інформація неповна чи неструктурована, заохочує розвиток мислення, здатного розробляти та тестувати нові підходи для вирішення складних завдань, сприяє розвитку самостійності, креативності, інтелектуальності.

2) Якщо одні автори пропонують зосередитися лише на математиці, на її поняттях, законах, доказах та її інтерпретації реального світу, то інші пропонують не використовувати варіанти моделювання тісно пов'язані з математикою. Мається на меті: не завантажувати дослідників математикою. На нашу думку, це спірний погляд, але в нього є свої прихильники.

Цей принцип використання математичного моделювання пропонує, наприклад, при побудові символічних та графічних моделей уникати математичних залежностей. В цих випадках, як варіант, пропонується використання мови моделювання UML, яка дозволяє моделювати різні види систем: лише програмні, лише апаратні, програмно-апаратні, змішані (що включають діяльність людини) тощо.

3) Іноді пропонують використовувати математичне моделювання, як можливість інтеграції математики в практико-орієнтовану, професійну підготовку науковців та робітників конкретної галузі.

Підхід, який представляє математику як інструмент вивчення світу. Замість того, щоб починати з похідних та інтегралів, як в інших підходах, рекомендується починати з наукових та виробничих питань,

які вже зараз становлять інтерес, наприклад прогнозування погодних аномалій. Тоді математична складова, розглядається як необхідність, для пояснення складних проблем та питань, що досліджуються. Математичне моделювання може бути використане для мотивації та може підкреслити важливість та актуальність математики для відповіді на важливі питання.

Такий підхід змінює фокус уваги з обчислень на концептуальне розуміння питання. Мало знати, як обчислюється похідна, при моделюванні необхідно пояснити, чим ця похідна є і що вона дасть для вирішення цієї проблеми. Змінюється порядок, спочатку проблема, потім математика. Коли для пояснення питання одних знань та інтуїції недостатньо, математичне моделювання починає відігравати важливу роль, тому що воно необхідне для вирішення питання. Подібний підхід відкриває очі на безпрецедентну силу використання математики для розуміння навколишнього світу³.

Інтеграція математичних знань, виявлення та практична реалізація їх у взаємних зв'язках математичних та профільних дисциплін, формують перехід до нових, вищого порядку знань, способів дій, що впливають на індивідуальну розумову діяльність. Ця інтеграція дозволяє пов'язати абстрактні, математичні поняття з конкретними уявленнями об'єктів математичних систем.

Доведено, що перехід від абстрактного математичного поняття до об'єктів реального світу покращує розуміння процесів, покращує сприйняття нового матеріалу, підвищує продуктивність досліджень, запам'ятовування та відтворення.

Практичне вирішення питань інтеграції математичних знань та об'єктів реального всесвіту, завдяки математичному моделюванню ґрунтується на тому, що сучасна робота інженерна все більше стає інтелектуальною, креативною, що вимагає залучення різноманітного математичного апарату та постійному вдосконаленню відповідно до вимог інженерії. Вирішувати ці питання треба на основі моделюючих пристроїв, програмного забезпечення та засобів обчислювальної техніки.

В математичному моделюванні застосовують наступні зв'язки характеристик процесів та функціональних понять (табл. 1).

При такому підході, аналізуючи аналітичну діяльність дослідників та інженерів у галузі математичного моделювання технічних систем та їх елементів, ми можемо виділити необхідні критерії прояву зв'язності

³ Сілкова О.В., Лобач Н.В. Педагогічна технологія візуалізації навчальної інформації. Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. 2018. №62. С.180-183.

Зв'язки характеристик процесів та функціональних понять

Характеристики процесу	Функціональні поняття
Тенденції процесу, що виявляються з часом.	Межа функції на нескінченності, асимптотична поведінка.
Безперервний перебіг процесу (перепади, збої).	Безперервність функції (розриви).
Швидкість перебігу процесу.	Похідна функцій.
Зміна станів у малі проміжки часу.	Диференціал функції.
Зростання, падіння.	Монотонність функції.
Пікові стани (апогей, перигей).	Екстремуми функції (найбільше, найменше значення).
Відтворюваність станів процесу.	Періодичність функції.
Проміжні стани.	Інтерполяція.
Прогнозовані стани.	Екстраполяція.
Відновлення процесу за швидкістю його течії.	Невизначене інтегрування.
Зміна процесу на часовому проміжку, локально залежить від часу протікання лінійним чином.	Певний інтеграл.

математичних та інженерних основ при вирішенні дослідних та виробничих завдань:

- знати зв'язки характеристик процесів та функціональних понять;
- вміти використовувати математичний апарат для моделювання та контролю роботи моделей;
- знати та вміти застосовувати базові засоби, прийоми, способи дій системи математичних об'єктів;
- застосовувати раніше засвоєні знання та вміння у новій ситуації з елементами профільних знань;
- вміти перекласти завдання з практичним змістом на математичну мову;
- знати та вміти застосовувати засоби, прийоми, способи дій математичного моделювання на основі протоколу прикладного програмного забезпечення;
- знати та вміти застосовувати новітні інформаційні технології для проектування та побудови математичних моделей виробничих систем;
- вміти інтерпретувати та критично оцінювати результат математичного моделювання з урахуванням поставлених завдань.

У ряді робіт справедливо зазначається, що володіння методами математичного моделювання є невід'ємною вимогою сучасного етапу освіти, практичної діяльності та наукових досліджень.

Стає очевидним, що повнота математичних та профільних знань, способів дій, цілісність їх застосування відповідно до професійної

компетентності, об'єднання творчої діяльності та технічної практики призводять до найкращих результатів у підготовці інженерно-технічних та науково-технічних кадрів.

Очевидно, що математичне моделювання (особливо у наших, сьогодишніх умовах бурхливого розвитку штучного інтелекту):

- забезпечує зв'язок із науково-виробничими підрозділами у процесі підготовки студентів технічних спеціальностей;
- формує необхідність об'єднати творчу та інженерну діяльність;
- відіграє найважливішу, докорінну роль у формуванні сучасного інженера, дослідника, математика зокрема.

Ми підкреслюємо важливу роль математичної підготовки студентів технічних спеціальностей та інженерно-технічних працівників, повноту використання математичного апарату у подальшому навчанні та ефективній професійній діяльності.

Звідси випливає, що можна назвати безліч професій, у яких математичне моделювання застосовується на вирішення професійних завдань. Розглянемо деякі з них, в яких використання математичного моделювання є необхідністю.

- Архітектор – використовує математичні моделі топологій та форм для створення оптимального проекту;
- Аналітик для обґрунтування рекомендацій та прийняття рішень будує математичні моделі;
- Спеціаліст ІТ застосовує математичне моделювання для створення симуляцій, пошуку рішень;
- Фахівець із аналізу даних використовує математичні моделі для моделювання даних та прийняття оптимальних рішень;
- Економісти будують математичні моделі для відображення взаємозв'язків між цінами, попитом, виробництвом, зайнятістю, товаром та іншими факторами;
- Інженер у будь-якій галузі використовує математичні моделі для аналізу поведінки фізичних систем;
- Синоптики будують прогностичні математичні моделі для складання таблиць ймовірностей ризиків, заснованих на галузевих даних;
- Науковці за допомогою математичного моделювання можуть підтвердити або спростувати наукові гіпотези;
- Статистик створює математичні моделі для аналізу та обробки інформації;
- Епідеміолог застосовує математичні моделі для прогнозу поширення вірусу, оцінки ефективності заходів охорони здоров'я та планування заходів у відповідь.

– Еколог, у його роботі математичні моделі грають ключову роль у розумінні зміни клімату та її наслідків. Кліматичні моделі – це складні симуляції, які враховують атмосферні, океанічні та наземні процеси для прогнозування майбутніх кліматичних умов;

– Фінансист широко використовує моделювання. Будує моделі управління ризиками, кредитний ризик, ризик ліквідності, моделі інвестиційних стратегій.

Слід зазначити, що «не математичні спеціальності» активно використовують математичне моделювання.

Математичне моделювання є важливою складовою наукової роботи практично у всіх наукових напрямках. Воно використовується в дослідженнях у багатьох галузях науки, але що цікаво, в колективах, що займаються цим, часто немає людей з класичною математичною освітою, з глибокою математичною підготовкою.

Математичне моделювання – це потужний інструмент, що виходить за рамки окремих дисциплін, як показують наведені приклади. Воно дозволяє нам спрощувати та досліджувати складні системи, передбачати майбутні сценарії та приймати обґрунтовані рішення. Різноманітні застосування математичного моделювання, від розрахунків витрат до дослідження космосу, демонструють його велике значення у житті людства. Подальше використання математичного моделювання у всіх галузях виробництва та науки буде сприяти всебічному розвитку та модернізації.

4) Пропонується така технологія підходу до математичного моделювання, що дозволяє коригувати психологічні якості інженера-дослідника. Як ми визначили, це найбільш результативне у галузі мотивації досягнення успіхів, у тому числі заміну мотиву уникнення невдачі на мотив досягнення успіху у професійній та науковій діяльності.

Проблема підвищення якості науки, виробництва, освіти тісно пов'язана із проблемою мотивації інженерів, науковців та студентів. Підвищення мотивації є складне завдання. Тут не тільки фінансове питання. Ситуація в галузі мотивації стала змінюватися не на краще. Останнім часом виявилось, що ця проблема стосується тепер і тих дослідників та студентів, які досягали добрих успіхів у науковій діяльності та навчанні ⁴.

Комп'ютерне та математичне моделювання дозволяє навчити вирішувати складні завдання, зняти страх перед «не вирішуваними» завданнями, збільшити мотивацію, змінити мотивацію уникнення невдачі

⁴ N. Karjanto. Teaching Mathematical Modeling In a Sustainability Context. The UMAP Journal 45.2. 2024. URL:https://www-comap-com.translate.goog/membership/free-student-esources/item/teaching-mathematical-modeling-in-a-sustainability-context?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq

на мотив досягнення успіху у різноманітній діяльності. При використанні сучасних пакетів комп'ютерної математики, в яких значне місце займають елементи штучного інтелекту, моделювання, «прогонка» моделі, одержання повторюваності результатів експерименту та інше, виконується значно швидше та наочніше. Коли інженер чи студент має змогу швидко одержати (при правильній будові моделі та правильному використанні пакета комп'ютерної математики) зворотній в'язок з моделлю, системою на її основі, це значно підвищує мотивацію для занять математичним моделюванням. Це, в свою чергу, має призвести до підвищення якості науки, виробництва, освіти.

5) Концепція, яка представляє основну мету математичного моделювання у розвитку розумових здібностей науковців, інженерів виробництва, студентів.

Складність реального світу, який ми намагаємося зрозуміти, та елементами якого прагнемо керувати, неминуче призводить до вузької спеціалізації дослідників та їх прагнення вдосконалювати свої знання у певній галузі. Це вимагає напруження розумових, моральних та фізичних сил. У цьому плані математичне моделювання один із дієвих методів організації розумової діяльності. Зрозуміло, що вирішення завдань заміщення різних складних об'єктів, явищ, процесів, систем та їх елементів, математичними моделями, так чи інакше передбачає освітню пошукову активність та інтелектуальну роботу.

Інженер-дослідник або прикладний математик повинен уміти коротко, чітко і однозначно визначити та зафіксувати всі характеристики та вимоги об'єкта, процесу, системи, переконавшись у їх несуперечності. Або, зафіксувавши суперечливі вимоги, визначити область можливого компромісу в моделі без втрати основних властивостей.

Від коректності вирішення цього етапу значною мірою залежить успіх побудови математичної моделі та успіх всього дослідження. Це необхідно, щоб значна праця, витрачений час на рішення математичного завдання, не виявився витраченим марно через недостатню увагу до цього питання.

При формуванні мети в математичному моделюванні можна виділити два класи. Ці класи використовують для дослідження поведінки об'єкта, процесу, системи (завдання типу прогнозу) та отримання інформації про внутрішню структуру та властивості досліджуваного об'єкта.

а) До першого класу завдань належить так звані прямі завдання. Тут передбачається, що основні закони функціонування системи відомі, але досить складні, так, що передбачення поведінки системи вимагає використання трудомістких математичних методів та значного чисельного розрахунку.

б) До другого класу входять так звані обернені завдання, пов'язані зі знаходженням характеристик моделі з відновленням окремих властивостей досліджуваної системи, її параметрів і т.д. по заданій (відомій з експерименту) поведінці системи. Прикладом тут можуть бути завдання на конструювання технічних систем із заданими властивостями або розпізнавання об'єктів за результатами його обстеження.

Як бачимо, для побудови моделі та вирішення даних складних завдань необхідні трудомісткі математичні методи та значні чисельні розрахунки, а це вимагає та зобов'язує дослідників удосконалюватись, розвивати розумові здібності, підвищувати інтелект, накопичувати нові знання.

Для вирішення виробничих та наукових завдань необхідно пов'язати фізичне та абстрактне, інтерпретувати результат, а це теж вимагає здатності до напруженої розумової діяльності, розвитку логічного та алгоритмічного мислення у процесі творчої роботи науковців, інженерів виробництва, студентів. Зрозуміло, що сама модель залежить від наявних ресурсів та знань особи, яка її створює.

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що чим досвідченіший дослідник, який володіє інтелектуальним мисленням, тим складніша та правильніша математична модель, тому даний підхід в використанні математичного моделювання, направлений на розвиток розумових здібностей науковців, інженерів виробництва, студентів, досить виправданий.

б) Аналогічний попередньому підходу: математичне моделювання необхідне у навчальних цілях, як засіб навчання та розвитку креативних можливостей інженерів, дослідників, студентів.

Як було відзначено, що математичне моделювання – це принцип навчання,

засіб навчання, метод навчання, засіб активізації пізнавальної діяльності. евристичний метод навчального пізнання.

Ще у древній Греції вчені намагалися розробити методи, способи, теорію вирішення творчих завдань. Під творчими завданнями мають на увазі рішення, отримані винахідниками. Зрозуміло, що побудова математичних моделей є складне, творче, інтелектуальне завдання.

Ця проблема бере свій початок із середніх століть. Проблема активізації творчої діяльності вченого постала кожен раз коли виникала проблема відновлення винаходів. Звісно це вимагало навчання та розвитку інженерів, дослідників, студентів.

В 1956 році Генріх Альтшулер зайнявся проблемою, що полягала у тому, яким чином можна знаходити систематичні рішення, які вважаються повністю творчими. Він розробив алгоритм вирішення винахідницьких завдань – 85В. Алгоритм складається з кількох частин.

Основна мета – це перехід від розпливчастої винахідницької ситуації до чітко побудованої та гранично простої схеми-моделі завдання. Потрібно виконати наступні дії:

1. Записати умову без використання спеціальних термінів.
2. Зазначити технічні протиріччя.
3. Виявити об'єкт та інструмент, визначити, що необхідно змінювати.
4. Записати формулювання моделі завдання, коротко, чітко без спеціальних термінів.
5. Визначити ідеальне кінцеве рішення.
6. Записати рішення щодо використання ресурсів. Рішення необхідно писати коротко. Рішення тим ідеальніше, чим менше витрат ресурсів.
7. Аналізувати рекомендації з інформаційного фонду та вибрати метод (спосіб) подолання протиріччя.
8. Визначити математичний апарат для пошуку рішення.
9. Побудувати математичну модель.
10. Виконати розрахунки за математичною моделлю.

Розв'язання складних завдань часто пов'язане зі зміною змісту завдань, інакшої мети, поставленої раніше. Якщо завдання вирішене, потрібно перейти до технічної відповіді. Тут під розв'язанням завдання мається на увазі ідея, а технічна відповідь – це конструкція.

11. Аналіз порядку розв'язання. Це означає порівняти реальний порядок розв'язання даного завдання за збудованою математичною моделлю з теоретичним, за алгоритмом рішення АРІЗ (алгоритм розв'язання винахідницьких завдань) для самовдосконалення.

Насамперед, зрозуміло, що проблема навчання та розвитку креативних можливостей інженерів, дослідників, студентів, актуальна і в наш час, вирішення її, створення методів, умов, перспектив – досить важливе завдання.

На підставі зазначених даних, можна вважати що, математичне моделювання – є методом навчання та засобом активізації пізнавальної та творчої діяльності науковців та інженерів.

7) Концепція, в якій пропонується використовувати математичне моделювання, як метод виміру, для оцінки узагальненого інтелектуального вміння людини використовувати знання з математики, інформатики та інформаційних технологій.

Слід зазначити, що наскільки швидким, правильним, інноваційним, не стандартним буде створення математичної моделі за допомогою математики та кібернетичних систем, настільки досконало та глибоко дослідник володіє знання з математики, інформатики та інформаційних технологій.

Такий підхід дозволяє, насамперед, визначити місце математичного моделювання серед навчальних дисциплін, також зрозуміти, на що слід звернути більше уваги при підвищенні кваліфікації науковців та інженерів.

8) Підхід в якому пропонується використовувати математичне моделювання, як інструмент підвищення мотивації до вивчення саме математики, шляхом розвитку її прикладної спрямованості, навичок активного застосування математичних методів і моделей, розвитку здатності до дослідницької роботи ⁵.

На відміну від системи поглядів на математичне моделювання №3, тут потрібно починати, при опануванні математичним моделюванням, з поняття математичного аналізу, лінійної алгебри, дискретної математики та диференціальних рівнянь. Необхідно вміти розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь, володіти методами чисельного диференціювання та інтегрування. А потім пов'язувати ці поняття з процесами реального світу, демонструючи можливості математики описати майже всі процеси, об'єкти, системи, підтверджуючи вислів: «математика – цариця наук».

9) Підхід, у якому пропонується використовувати математичне моделювання для корекції психологічних якостей інженерів та дослідників.

Тут йдеться про здатність людини мислити одночасно і поняттями, і образами і символами. Ця здатність формується особливими психологічними якостями та функціями мозку.

Моделювання дозволяє розвивати здатність одночасно оперувати предметами, образами, висловленнями, освоювати логічні операції, що дозволяють мислити дедуктивно-теоретично. Разом з тим, у різних видах діяльності, визначені види мислення можуть превалювати. Так, у роботі конструктора – наочно-образне, у діяльності лікаря, наукового співробітника – абстрактно-логічне, вербальне.

Опанування математичним моделюванням має на увазі освоєння наступних понять:

- 1) «мови», на якій вестиметься моделювання;
- 2) «перекладу» реальної ситуації на дану математичну мову;
- 3) вибір істотних змінних та побудова схеми їх взаємозв'язків;
- 4) складання математичних виразів реально існуючих відносин та зв'язків;
- 5) вирішення математично виражених відносин та зв'язків;
- 6) тлумачення отриманої відповіді;
- 7) дослідження отриманого рішення;
- 8) дотримуватися найпростіших навиків самоконтролю.

⁵ Стоян В.А Математическое моделирование динамики неполно наблюдаемых линейных пространственно распределенных систем: Монография. – К.: ВПЦ “Киевский университет”, 2019. – 318 с.

Підсумовуючи можна сказати, що математичне моделювання – це інструмент інтелектуального навчання, інноваційних досліджень, ефективного виробництва, результативного розвитку особистості.

ВИСНОВКИ

Найважливішою частиною дослідження будь-якої моделі є вивчення концепцій її використання. Проблема, що розглянута у даній роботі – багатоліка, вона актуальна і для науковців, і для інженерів виробництва, і для студентів, і для викладачів.

В роботі розроблена та представлена логіко-функціональна схема процесу математичного моделювання з виділенням проміжних моделей.

Під час дослідження ми розглянули та проаналізували 9 концепцій використання математичного моделювання.

В результаті аналізу отримали, що при всієї зовнішньої відмінності, всі ці концепції говорять про позитивні результати застосування математичного моделювання.

Важливим аспектом, який говорить на користь широкого використання математичного моделювання, є його універсальність.

Тому ми вважаємо, що математичне моделювання – це той інструмент, який треба широко використовувати для:

1. розвитку особистісних та інтелектуальних властивостей людини;
2. інтеграції математики в професійну підготовку науковців та робітників конкретної галузі;
3. коригування психологічних якостей інженера-дослідника;
4. розвитку розумових здібностей науковців, інженерів виробництва, студентів;
5. використання у навчальних цілях для розвитку креативних можливостей інженерів, дослідників, студентів;
6. для визначення рівня знань з математики, інформатики та інформаційних технологій.
7. використання як інструмент підвищення мотивації до вивчення математики;
8. розвитку здібності мислити одночасно і поняттями, і образами і символами.

Але існує низка причин, що на практиці перешкоджають використанню математичного моделювання:

- 1) При підготовці майбутніх науковців і інженерів, курс вищої математики не враховує прикладної спрямованості предмета.
- 2) Низький рівень володіння сучасними інформаційними та кібернетичними системами.

3) Курси підвищення кваліфікації, для наукових та інженерних працівників, в основному спрямовані на професійні питання, та приділяють не достатньо уваги використанню математики та математичного моделювання з застосуванням новітніх програмних та апаратних засобів для вирішення актуальних проблем.

АНОТАЦІЯ

В матеріалі розглянуто такий актуальний напрямок в технічних науках, як математичне моделювання. В роботі представлена логіко-функціональна схема процесу математичного моделювання з виділенням проміжних моделей.

Увага приділена різноманітним концепціям використання математичного моделювання. В роботі докладно висвітлені особливості та протилежності різноманітних систем поглядів на використання математичного моделювання. Проаналізовано 9 концепцій, кожна з яких є важливою і має право на існування.

Інтерес представляє перелік перешкод, які на практиці гальмують використання математичного моделювання.

Література

1. GAIMME. URL: https://www.comap.com/images/resources/free_resources/GAIMME_Report.pdf
2. Стоян В.А Математичне моделювання динаміки лінійних просторово розподілених систем, що неповно спостерігаються: Монографія. К.: ВПЦ “Київський університет”, 2019. 318 с.
3. Сілкова О.В., Лобач Н.В. Педагогічна технологія візуалізації навчальної інформації. Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. 2018. №62. С.180-183.
4. N. Karjanto. Teaching Mathematical Modeling In a Sustainability Context. The UMAP Journal 45.2. 2024. URL:https://www-comap-com.translate.goog/membership/free-student-esources/item/teaching-mathematical-modeling-in-a-sustainability-context?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=rq

Information about the author:

Vdovychenko Irina Nikiforivna,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor at the Department
of Computer Systems and Networks,

Kryvyi Rih National University,

11, Vitaly Matusevich str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine