

ВІЗУАЛЬНЕ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ

Вінницький національний технічний університет.

Анотація

У роботі розглянуто проблеми проектування технології візуалізації математичного моделювання у навчанні курсу вищої математики студентами інженерних спеціальностей. Виокремлено основні складові моделі технології візуального навчання: формування базових навчальних елементів; моделі зображень об'єктів навчання; підвищення якості аналітичної підготовки студентів, формування в них знань, умінь і навичок використання науково-методичного апарату. Особливість рекомендованої педагогічної технології полягає в тому, що в ході її використання поряд з візуалізацією використовуються сучасні інформаційні технології.

Ключові слова: математичне моделювання, візуалізація, нелінійні кола.

Abstrac

The paper considers the problems of designing a technology for visualizing mathematical modeling in teaching higher mathematics to students of engineering specialties. The main components of the model of visual learning technology are highlighted: formation of basic educational elements; models of images of learning objects; improving the quality of analytical training of students, forming their knowledge, skills and abilities to use the scientific and methodological apparatus. The peculiarity of the recommended pedagogical technology is that in the course of its use, along with visualization, modern information technologies are used.

Keywords: mathematical modeling, visualization, nonlinear circles.

Вступ

Зміст навчання візуальному математичному моделюванню полягає у знайомстві з понятійним апаратом — розкритті суті таких понять як "математична модель", "математичне моделювання", "спрощена та розширена евристичні схеми діяльності математичного моделювання".

Візуалізація навчальної інформації і раніше застосовувалася в освіті і пов'язана з іменами Я. Коменського, І. Песталоцці, К.Ушинського та ін. Теоретико-методологічні основи візуалізації навчальної інформації, відображено у працях Р. Арнхейма, В. Давидова, Л. Панченко Дж. Мітчелла, Е.Тафті, Н.Холмса, та ін. [1;6]. Особливості застосування візуалізації, зокрема, візуалізації математичного моделювання у навчальному процесі розглянуто у психолого-педагогічних роботах Д. Безуглого, А. Гуржія, Н. Тарасенкової, О. Семеніхіної О, та ін.

Результати дослідження

Візуалізація математичних образів виконує низку важливих функцій у навчанні: сприяння кращому сприйняттю та запам'ятовуванню; розширення досвіду оперування з математичними знаково-символічного об'єктами; створення умов для когнітивної візуалізації нового знання; сприяння розвитку зорової пам'яті; сприяє оперативній адекватності сприйняття математичного знання; створення умов для пізнавальної та творчої активності.

Методологічною основою інтеграції знань у процесі навчання математики студентів технічних ВНЗ при формуванні дослідницької діяльності виступає візуальне моделювання. Моделювання процесу розв'язування задачі, тобто, отримання необхідного розв'язку у навчальних задачах, розглядається як результат суб'єктивної взаємодії умовного користувача з певною кількістю відомостей, що мають неоднорідний рівень формалізації [1;6]. При детальному розгляді зв'язок між користувачем і об'єктами виглядає як недостатньо досліджений процес, незважаючи на те, що він є обов'язковим для

аналітичних інструментів будь-якого типу. Зростаюча складність задач аналізу та інструментів, запропонованих для їх розв'язування, призводить до появи значних вимог до методів такого зв'язку.

Особливістю методологічних підходів до різних інженерних дисциплін з урахуванням досягнення сучасної науки і техніки визначається різними варіантами методу візуального математичного моделювання. Тобто, при цьому розуміється математично та методично обґрунтована структура створюваної математичної візуальної моделі, що найточніше описує (без зайвої деталізації) досліджувану інженерну задачу. Це дозволяє не тільки зрозуміти, застосувати на практиці навчальний матеріал, а й бути викладачеві методично готовим до дослідження складніших математичних задач дослідницького характеру.

У візуальному моделюванні розрізняють два рівні математичного моделювання. Перший, фундаментальний рівень – побудова загальних моделей, до застосування яких відносяться широкі класи прикладних задач. Ці моделі містяться у результатах науковців, монографіях або у навчальній літературі. Другий рівень – добір і доопрацювання моделей першого рівня для адекватного опису навчальної моделі чи то конструкції, процесу чи об'єкта. На цьому рівні роблять усвідомлений вибір конкретних математичних моделей, налаштовують свої параметри під властивості поставленого завдання. При необхідності модель, що розглядається на занятті, коригується і формується нова її схема тощо.

Візуалізація, що реалізується за допомогою сучасного динамічного програмного забезпечення, дозволяє студентам бачити і досліджувати математичні співвідношення та поняття, які були важко «показати» раніше до сучасної технології. Це також вказує на те, що СКМ можуть бути потужним інструментом для візуалізації та засвоєння ключових понять курсу вищої математики, зокрема, диференціального числення (нахил дотичної та його із графіком градієнта функція, зв'язок між диференційованістю і неперервністю тощо).

Аналіз досліджень в галузі педагогічної технології візуального математичного моделювання показують, що студенти, які використовують технології у своєму навчанні, мали результативніші досягнення в навчанні ніж студенти, що навчалися без використання технологій візуального моделювання.

Для глибшого та усвідомленого засвоєння математичних знань метод візуалізації моделювання у навчанні виступає сполучною ланкою серед інших методів навчання: проблемним, проектним, дослідним, абстрактно-дедуктивним та індуктивним методами пізнання. В навчанні математики візуальне моделювання займає особливе місце. Багато математичних теорій мають високий ступінь абстракції, що зумовлює подання інформації у знаково – символній формі.

Набути досвіду у формуванні компетентності проектування, конструювання та моделювання майбутнього інженера пов'язане з візуальним моделюванням процесів, явищ чи об'єктів. При цьому у студентів відбувається розвиток здатності до аналізу та синтезу, умінь проектувати тривимірні моделі.

Розглянемо детальніше процес візуального математичного моделювання. Об'єктами моделювання можуть виявитися як конкретні, реально існуючі, і абстрактні об'єкти, системи, процеси тощо.

Наведемо опис схеми технології візуального моделювання на прикладі задачі

Основним законом електротехніки, за допомогою якого є можливість вивчати і розраховувати електричні ланцюги та кола є закон Ома, який встановлює зв'язок між струмом, напругою і опором.

Під час моделювання нелінійних ланцюгів виникає проблема подання у аналітичному вигляді нелінійних вольт-амперних характеристик відповідних активних елементів. Моделювання у деяких випадках здійснюється за допомогою системи двох нелінійних диференціальних рівнянь. Для їх розв'язування необхідно перетворити нелінійності не лише шляхом інтерполювання, а й іншими методами наближень, наприклад, середніми квадратичними наближеннями. Необхідно ознайомити студентів з такими методами. Це має важливе методологічне значення, дає можливість подивитися на низку задач наближення із загальних позицій, оскільки, конкретні методи наближень є окремими випадками загальної задачі.

Після того як побудовано математичні моделі окремих складових задачі та окреслено вихідні дані, необхідно здійснити вцілому візуальне моделювання математичної задачі. Це можуть бути аналітичні, числові або графічні методи. Застосовуються наближені і точні числові методи.

Основні компоненти технології візуалізації моделювання у навчанні математики

1. Числові характеристики об'єкта. Модель виконує евристичну функцію виділення всіх загальних характеристик об'єктів, які вивчаються. Якщо візуалізація відтворює тільки зовнішні

сторони об'єкта, то моделювання є засобом цілісного відтворення окремого і загального, чуттєвого й логічного, внутрішнього і зовнішнього

2. Шукані характеристики. Точки стійкої рівноваги у нелінійному електроричному ланцюзі.

3. Зв'язки між шуканими характеристиками ВАХ, ДР даного кола, розв'язок його основного ДР.

Мета моделювання: визначити точки стійкої рівноваги та дослідити характер цих точок за допомогою оцінки значення числових характеристик (зокрема, динамічного опору). Особливу увагу доцільно звернути на стійкість, оскільки вивчення стійкості є одним з центральних питань не лише числових методів, а й фізичних, технічних, економічних тощо.

Далі моделювання здійснюється згідно до загальних принципів побудови формалізованої текстової моделі, загальних принципів побудови образно-знакової моделі, принципів пошуку спільних та часткових зв'язків між елементами моделі.

4. Текст умови задачі.

Наприклад, розглядається коло, у якому послідовно увімкнено ділянку зі сталим опором, індукційною котушкою, електричною дугою. Образно-знакова модель (графік) або опис зміни напруження у електричному колі (рис. 1).

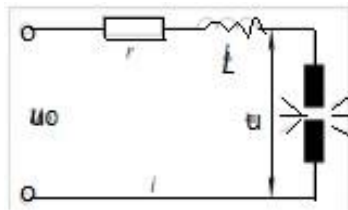


Рис. 1. Образно-знакова модель напруження у електричному колі

Оскільки досліджується рівновага у колі, струм не повинен змінюватися, то $\frac{di}{dt} = 0$. Дослідити коливальний процес у нелінійному електричному ланцюгу. У ланцюг включено ділянку із опором r , індуктивну котушку з індуктивністю L та електрична дуга. Нехай ланцюг знаходиться під дією сталого напруження u_0 , спадну вольт-амперну характеристику (ВАХ) дуги задано рівнянням $u = F(i)$. Під дією постійної електрорушійної сили у нелінійному ланцюгу усталеними можуть бути не лише постійні струми, а і коливальні струми.

У ланцюг включено ділянку із опором r , індуктивну котушку з індуктивністю L та електрична дуга (рис. 1). Рівняння ланцюга має вигляд $u_0 = ri + L \frac{di}{dt} + u$.

У диференціальному рівнянні ВАХ дуги є нелінійною функцією $u = F(i)$.

Якщо у ланцюгу рівновага, то $\frac{di}{dt} = 0$, то рівняння набуває вигляду $u_0 = ri_p + u_p$, де i_p, u_p - рівноважні значення (координати точки точки спокою).

Нелінійні електричні кола розраховуються графічним і аналітичним методами, в основу яких покладено закони Кірхгофа і ВАХ окремих елементів колах змінного струму для перетворення змінного струму в струм постійного напрямку. З цією метою розглядається Побудова за допомогою методу найменших квадратів многочлен $u = F_n(i)$, заданого таблицею значень, Проаналізувати поведінку першої, другої та третьої похідної від многочлен $F_n(i)$, побудувавши графіки усіх функцій. Це дозволяє описати електричний стан ланцюга лінійними рівняннями. Якщо аналогічний ланцюг складається з послідовно з'єднаних джерела напруги, опору, ємності та індуктивності, то математичною моделлю буде диференціальне рівняння другого порядку відносно сили струму. Згідно за другим законом Кірхгофа

$$U_R + U_C + U_L = U$$

Метою експеримента була попередня перевірка ефективності використання візуальне моделювання у навчанні вищої математики із застосуванням СКМ Тест складався з десять завдань: геометричне та фізичне тлумачення похідної, еквівалентність нескінченно малих, структура ряду Тейлора та методу найменших квадратів тощо. Підтверджено, що використання візуальних образів, створених за допомогою СКМ та їх використання у візуальному моделюванні мали позитивний вплив на розуміння та знання студентами навчального матеріалу. Це також вказує на те, що запропонована технологія візуального моделювання може бути потужним інструментом візуалізації та стимулювання оволодіння

математичними поняттями навіть у випадку, коли вони лежать за межами програми курсу вищої математики.

Висновки

Використання СКМ під час навчання курсу вищої математики дозволить створювати: моделі для візуалізації та глибшого засвоєння навчального матеріалу; поглиблювати знання з вищої математики через розв'язування задач прикладного змісту шляхом побудови математичних моделей відповідних процесів і явищ; економити час на рахунки; підвищувати мотивацію навчання у процесі комп'ютерної візуалізації математичного моделювання об'єктів та явищ; спонукати студентів до навчальної дослідницької діяльності. Запропоновано концепцію технології візуалізації математичного моделювання у навчанні математики студентами інженерних спеціальностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безуглий Д. Візуалізація як сучасна стратегія навчання // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2014. – № 1 (2). – С. 5-11.
2. Губаль Г. М. Анімація в математичних текстах на мові Latex / Г. М. Губаль // Комп'ютерноінтегровані технології: освіта, наука, виробництво, вип. 11, 2013, Луцьк, С. 11 – 15
3. Психологія: Підручник / Ю.Л.Трофімов, В.В.Рибалка, П.А. Гончарук та ін.; за ред. Ю.Л.Трофімова. – К.: Либідь, 1999. – 558 с.
4. Рамський Ю. С. Про роль математики і деякі тенденції розвитку математичної освіти в інформаційному суспільстві / Ю. С. Рамський, К. І. Рамська // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. – Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. Наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені . П. Драгоманова, 2008. – № 6 (13). – С. 12–16.
5. Семеніхіна О. В. Теорія і практика формування професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04. – Суми, 2017. – 480 с.
6. Sacha, D., Sedlmair, M., Zhang, L., Lee, J.A., Weiskopf, D., North, S., Keim, D.: HumanCentered Machine Learning Through Interactive Visualization: Review and Open Challenges. In: ESANN 2016 proceedings, European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning, pp. 641–646. i6doc.com publ, Bruges, Belgium (2016).

Кирилаицук Світлана Анатоліївна – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії. Вінницький національний технічний університет, e-mail:ksa07750@gmail.com

Бондаренко Злата Василівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zlatikbond@gmail.com

Клочко Віталій Іванович – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики. Вінницький національний технічний університет, e-mail:vi.klochko.7@gmail.com

Kyrylashchuk Svitlana – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technology and Computer Engineering . (Vinnytsia National Technical University) ksa07750@gmail.com

Bondarenko Zlata – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics. (Vinnytsia National Technical University) zlatikbond@gmail.com

Klochko Vitaliy - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics. (Vinnytsia National Technical University) vi.klochko.7@gmail.com