

Л.І. Білоусова,  
кандидат фізико-математичних наук, професор  
(Харківський національний педагогічний  
університет ім. Г.С. Сковороди),  
М.М. Горонескуль,  
старший викладач  
(Університет цивільного захисту України)

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК СКЛАДОВА ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИПУСКНИКІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

**Постановка проблеми.** Підвищення вимог до якості освітньої підготовки сучасного фахівця зумовлює необхідність пошуку шляхів інтенсифікації та ефективності навчального процесу, зокрема орієнтації на використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Проблемам інформатизації навчання присвячено дослідження психологів і педагогів В. Беспалька, П. Гальперина, Ю. Дорошенка, Т. Ільїної, М. Жалдака, О. Леонтєва, Ю. Машбиця, Н. Морзе С. Ракова, Ю. Рамського, В. Руденка, О. Співаковського, Н. Тализіної та ін.

Одним з найбільш продуктивних застосувань інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі вищого навчального закладу є комп'ютерне моделювання. Використанню комп'ютерного моделювання у навчанні присвячено багато досліджень, де висвітлено напрямки і методичні засади застосування комп'ютерних предметних середовищ для підвищення якості підготовки студентів з окремих навчальних дисциплін.

У системі фундаментальної підготовки студентів інженерних спеціальностей особлива роль належить природничо-математичним дисциплінам. Ця роль полягає у формуванні тих базових знань і умінь, які є значимим як для створення у свідомості студента єдиної наукової картини оточуючого світу, так і для застосування у майбутній професійній діяльності, пов'язаній з вирішенням нестандартних проблем, з необхідністю самостійно приймати правильні рішення в різноманітних непередбачуваних практичних ситуаціях. Важливим фактором, який посилює роль природничо-математичної підготовки, є те, що сучасний інженер має бути готовим до постійного професійного самовдосконалення як необхідної умови його конкурентоспроможності на ринку праці.

Проблеми використання програмних і математичних середовищ для комп'ютерного моделювання у навчанні природничо-математичних дисциплін розглядалися Х. Голдом, Г. Коткіним, Р. Майером, С. Раковим, І. Теплицьким, Я. Тобочником, В. Черкаським та ін.

Разом із тим, недостатньо дослідженими залишилися питання щодо ролі математичного моделювання як стрижневого фактора, що органічно інтегрує фундаментальну математичну підготовку випускника вищого технічного навчального закладу з природничою і фаховою – загальноінженерними та спеціальними

дисциплінами. Це зумовлює необхідність проведення досліджень у напрямку виявлення дидактичного потенціалу середовищ підтримки професійної математичної діяльності для побудови і дослідження комп'ютерних моделей об'єктів і процесів у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу.

**Метою і завданням статті** є висвітлення методичних засад і досвіду використання комп'ютерного моделювання у середовищі підтримки математичної діяльності Maple як складової природничо-математичної підготовки випускників вищих технічних навчальних закладів.

Середовище підтримки математичної діяльності сьогодні є незамінним інструментом різнопланової математичної діяльності – навчальної, дослідницької, професійної. Вони створюють на екрані комп'ютера інтелектуальне середовище, в якому можна зручно і просто проводити складні й трудомісткі математичні розрахунки, розв'язувати рівняння і системи рівнянь, обчислювати границі та інтеграли, здійснювати моделювання об'єктів і процесів різної природи, застосовувати виразні форми подання числової інформації з використанням комп'ютерної графіки.

Серед універсальних комп'ютерних математичних систем одним із визнаних лідерів є пакет Maple, що розробляється корпорацією Waterloo Maple Inc (Канада). Доцільність його використання у навчанні математики зумовлена тим, що він охоплює практично всі її розділи – від елементарної до вищої, включаючи спеціальні застосування, і дозволяє здійснювати як числові, так і символічні обчислення. Ще однією із суттєвих переваг пакету Maple є те, що він пропонує користувачеві потужний інструментарій для візуалізації результатів розрахунків за допомогою тривимірної графіки та анімації. Це зумовлює зручність та ефективність застосування Maple не тільки для навчання студентів вищої математики, а й для створення і дослідження математичних моделей різноманітних явищ і процесів, які є предметом вивчення природничих дисциплін, а також дисциплін циклу фахової підготовки. Дидактичний потенціал пакету Maple у навчанні природничо-математичних дисциплін полягає в тому, що його застосування дає змогу створити умови для набуття майбутніми інженерами глибоких математичних знань і досвіду використання математичного апарату для побудови математичних моделей і проведення комп'ютерного експерименту, який є сучасним методом пізнання. Крім того, у процесі такого навчання студенти мають можливість переконатися у значущості математичного апарату й набути вмінь застосування систем комп'ютерної математики для оперативного розв'язання трудомістких задач, проведення розрахунків, моделювання складних процесів. Важливо, що пакет Maple є зручним для використання у навчально-пізнавальній і навчально-дослідній діяльності студентів, а також перспективним для їх подальшої професійної діяльності.

У роботі [2] виокремлюються три основні напрямки використання комп'ютерного моделювання у навчальному процесі: гносеологічний, прогностичний, інформаційно-аналітичний. Визнаними істотними перевагами комп'ютерних моделей над іншими є їх універсальність, можливість візуалізації абстрактних понять, придатність для дослідження будь-яких явищ і процесів як мікро так і макросвіту, зокрема й таких, що не піддаються відтворенню в реальних умовах, безпечність та економічність тощо.

Комп'ютерне моделювання дозволяє проводити обчислювальні експерименти, реальна постановка яких ускладнена або може дати непередбачуваний результат.

Логічність і формалізованість комп'ютерних моделей дозволяє зафіксувати реакцію досліджуваного об'єкта на зміну його параметрів або початкових умов, і на підставі нагромадження, зіставлення й аналізу експериментальних даних виявити основні, притаманні йому властивості та фактори, що визначають закономірності його поведінки.

Комп'ютерне моделювання потребує абстрагування від конкретної природи об'єкта, відтворення наявної інформації про нього у вигляді математичних залежностей, і це зумовлює інтегративну роль математики, зокрема математичного моделювання під час вивчення найрізноманітніших за своєю сутністю явищ і процесів.

Комп'ютерне моделювання, проведення обчислювального експерименту є одним із сучасних методів дослідження різноманітних явищ, що зумовлює доцільність його впровадження у навчальний процес у вищій школі. Студенти мають набути умінь будувати й досліджувати комп'ютерні моделі, застосовуючи відповідні програмні продукти.

У працях А. Вербицького, О. Горстко, І. Теплицького, В. Штоффа та інших моделювання постає як універсальний засіб розв'язання різноманітних задач і пізнання оточуючого світу, як основа для розвитку пізнавальних інтересів і творчої активності, є засобом для здійснення міжпредметної інтеграції й формування на цій основі наукового світогляду тих, хто навчається [8], як інструмент відпрацювання у майбутніх фахівців навичок керування процесами, що моделюються.

На наш погляд, провідну роль у впровадженні комп'ютерного моделювання у природничо-математичну підготовку студентів інженерних спеціальностей має відігравати модифікація курсу вищої математики, його переорієнтація на збільшення самостійної, зокрема дослідницької складової у навчальному процесі за рахунок залучення студентів до практичної математичної діяльності в комп'ютерному математичному середовищі.

Розроблена нами технологія комп'ютерно-орієнтованого навчання студентів вищої математики з використанням середовища Maple передбачає поступовість і поетапність як у набутті ними вмінь впевненого й ефективного застосування цього середовища для розв'язання різноманітних задач моделювання, що виникають у навчанні та є значущими для подальшої професійної діяльності, так і в розширенні математичних компетентностей студентів.

Зазначена технологія передбачає: поступове оволодіння студентами інструментарієм цього середовища; опанування ними типових способів і прийомів здійснення математичних розрахунків у середовищі Maple; набуття вмінь і навичок візуалізації результатів розрахунків; виконання студентами циклу практичних робіт, зорієнтованих на усвідомлення теоретичних понять і методів курсу вищої математики; самостійне проведення серії досліджень, спрямованих на розкриття значущості комп'ютерного математичного моделювання як способу пізнання явищ і процесів у природничих дисциплінах; набуття практичних навичок застосування математичного апарату і комп'ютерного моделювання, достатніх для їх подальшого використання у навчанні дисциплін циклу професійної підготовки, а також у діяльності за фахом.

Для упровадження розробленої комп'ютерно-орієнтованої технології навчання вищої математики у процес підготовки майбутніх інженерів з дисциплін природничо-математичного циклу нами було створено методичний комплекс з організації

лабораторного комп'ютерного практикуму у середовищі Maple для студентів вищих технічних навчальних закладів.

Методичний комплекс охоплює такі розділи: перетворення виразів та їх обчислення у середовищі Maple; побудова графічних об'єктів у середовищі Maple; розв'язання рівнянь, нерівностей та їх систем; обчислення границь функцій у середовищі Maple; дослідження числових та функціональних рядів; розв'язання задач диференціального числення; розв'язання задач інтегрального числення у середовищі Maple; ряди Фур'є у середовищі Maple; перетворення Фур'є у середовищі Maple; перетворення Лапласа у середовищі Maple; розв'язання диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь у середовищі Maple; розв'язання задач лінійної та векторної алгебри з використанням засобів середовища Maple; розв'язання задач векторного аналізу; розв'язання задач лінійного програмування з використанням засобів середовища Maple.

У процесі підготовки змістової частини методичного комплексу особливу увагу було приділено тому, щоб прищепити студентам різних спеціальностей інтерес до вищої математики, продемонструвати потужність математичного апарату щодо вирішення проблем, які виникають у професійної діяльності.

Знайомство студентів технічного профілю з прикладними питаннями математики організовано у цьому комплексі з опорою на технологію комп'ютерного моделювання. Можливості комп'ютерних інструментів дозволяють за порівняно невеликий проміжок часу розглянути різні аспекти розв'язання прикладних задач у їхньому взаємозв'язку. Так, наприклад, за термін, відведений на комп'ютерну лабораторну роботу (2 академічні години), студенти виконують повне дослідження функції однієї змінної або функції декількох змінних з побудовою її графіка, дослідження на стійкість розв'язків лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого порядку зі сталими коефіцієнтами тощо.

Складовою розробленої технології комп'ютерно-орієнтованого навчання вищої математики є залучення студентів до виконання навчальних досліджень на матеріалі природничих дисциплін. Тематика таких досліджень, наприклад, з фізики охоплює такі її розділи, як динаміка, ланцюги постійного та змінного струму, коливальні процеси, перехідні процеси в коливальному контурі, коливання закріпленої струни і прямокутної мембрани, електромагнітні поля та хвилі, рух зарядженої частинки в електричному та магнітному полях, інтерференція хвиль тощо.

Тематику навчальних досліджень і ступінь їх складності узгоджено з процесом набуття студентами математичних знань і оволодіння прийомами діяльності в комп'ютерному середовищі. Для постановки досліджень застосовується матеріал із різних дисциплін. Так, для проведення комп'ютерного експерименту з використанням апарату розв'язання диференціальних рівнянь у середовищі Maple запропоновано дослідження біологічної моделі “хижаки-жертви” (математична модель задачі – система диференціальних рівнянь Вольтера-Лотка), фізичної моделі перехідних процесів, коливання струни та мембрани тощо.

Використання комп'ютерно-математичного моделювання дозволяє не тільки описати реальність у символічних абстракціях, але й “оживити” процес, втрутитися у нього з метою вивчення. Використовуючи ілюстративні засоби на етапі постановки задачі, застосовуючи виразні засоби для ознайомлення студентів із реальним об'єктом дослідження, можна підвищити їх мотивацію до подальшої роботи з пошуку

відповідних математичних залежностей, побудови математичної моделі, проведення експерименту.

Для забезпечення самостійної роботи студентів з виконання завдань комп'ютерного практикуму розроблено навчальний посібник, що містить як опис і приклади застосувань інструментарію середовища Maple, так і приклади (зразки) поетапного розв'язання завдань, аналогічних індивідуальним завданням студента. Такі приклади відіграють роль певних орієнтирів для студентів і для оформлення результатів проведеного дослідження.

Наш досвід свідчить, що постановка комп'ютерного лабораторного практикуму з використанням розробленого методичного комплексу, по-перше, сприяє підвищенню якості та ефективності навчального процесу з вищої математики, дозволяє змінити традиційний підхід до проведення практичних занять з вищої математики і переорієнтувати його значною мірою на проведення студентами самостійних досліджень, трудомісткість, значущість і професійна спрямованість яких поступово зростає. По-друге, комп'ютерний лабораторний практикум сприяє впровадженню комп'ютерного моделювання у навчання дисциплін природничого циклу і фахових дисциплін. По-третє, студенти, які опанували способи побудови і дослідження моделей у середовищі підтримки математичної діяльності, мають сформовану готовність до використання комп'ютерного моделювання в різних видах навчальної, а далі й професійної діяльності. По-четверте, в результаті виконання комп'ютерного лабораторного практикуму з вищої математики студенти набувають низки таких важливих умінь, як уміння використовувати інструменти середовища підтримки математичної діяльності для: розв'язання складних задач і проведення громіздких розрахунків; компактного структурування численних подані у вигляді таблиць; відтворення результатів обчислень у вигляді графіків, діаграм тощо, з використанням анімації та кольорового забарвлення; подання результатів проведеної роботи (навчального дослідження) у формі акуратних змістовних звітів. Крім того, такі студенти навчаються аналізувати дані, подані в різних форматах, зокрема й графічних, інтерпретувати їх. Отже, впровадження комп'ютерного практикуму у середовищі Maple цілком позитивно впливає на предметно-професійну підготовку випускників вищих технічних навчальних закладів.

**Висновки.** Для успішного формування у майбутніх фахівців умінь використовувати засоби та інструменти інформаційно-комунікаційних технологій у професійній діяльності доцільним є запровадження комп'ютерно-орієнтованої системи навчання вищої математики, що створює умови для застосування комп'ютерного моделювання у навчанні дисциплін природничо-математичного циклу. Комп'ютерне моделювання є тим фактором, що дозволяє реалізувати органічну інтеграцію курсу математики, природничих і спеціальних дисциплін. Наближеність вирішуваних завдань до реальних завдань майбутньої професійної діяльності у поєднанні з позитивним впливом на розвиток критичного мислення студентів і формування їх дослідницьких умінь зумовлюють ефективність застосування комп'ютерного моделювання.

Навчання вищої математики з використанням математичного середовища Maple перетворюється на процес самостійного пізнання студентами сутності математичних об'єктів і їх властивостей, створення і дослідження математичних моделей різноманітних явищ і процесів. Таке навчання набуває нової якості й нової значущості для професійної підготовки випускників технічних університетів, оскільки

математична компетентність майбутнього фахівця є не тільки ознакою високого рівня його кваліфікації, а й необхідною умовою його самореалізації та подальшого професійного зростання на засадах реалізації концепції неперервної освіти – освіти впродовж життя.

**Перспективи подальших пошуків у напрямку дослідження** – розробка нових комп'ютерно-орієнтованих систем навчання, вивчення психолого-педагогічних і організаційно-технологічних аспектів їх впровадження у практику діяльності вищих навчальних закладів з метою підвищення якості професійної підготовки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях / В.В. Амелькин. – М. : Наука, 1987. – 160 с.
2. Білоусова Л.І. Комп'ютерне моделювання у навчальному процесі // Методологічні питання наукового дослідження в педагогіці та соціальній педагогіці : Матеріали доповідей теоретико-методологічної конференції, 27 лютого 2007 р., Харків / Л.І. Білоусова. – Х. : ХОГОКЗ, 2007. – С. 6-8.
3. Говорухин В., Цибулин В. Компьютер в математическом исследовании : учебный курс / В. Говорухин, В. Цибулин. – СПб. : Питер, 2001. – 624 с.
4. Гультияев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB : учебный курс / А. Гультияев. – СПб. : Питер, 2000. – 432 с.
5. Дьяконов В. Maple 7 : учебный курс / В. Дьяконов. – СПб. : Питер, 2002. – 672 с.
6. Майер Р.В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD [Электронный ресурс] / Р.В. Майер. – Глазов : ГГПИ, 2006. – 37 с.
7. Сдвижников О.А. Математика на компьютере : Maple 8 / О.А. Сдвижников. – М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 176 с.
8. Теплицький І.О. Розвиток творчих здібностей школярів засобами комп'ютерного моделювання : автореф. дис. ... канд. пед.наук : 13.00.02 “Теорія та методика навчання (інформатика)” / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова / І.О. Теплицький. – К., 2001. – 20 с.