

6. Сікорський П.І. Теорія і методика диференційованого навчання в середніх загальноосвітніх і професійних навчальних закладах: автореферат дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / П.І. Сікорський. – К., 2001. – 22 с.

7. Снігур О.М. Формування вмінь використовувати засоби інформаційних технологій у майбутній професійній діяльності вчителя початкової школи : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 / О.М. Снігур. – К., 2007. – 230 с.

8. Смирнова-Трибульська Е.Н. Основы формирования информатических компетентностей учителей в области дистанционного обучения / Е.Н. Смирнова-Трибульська. – Херсон: Изд-во «Айлант», 2007. – 714 с.

Клочко В.І.

Вінницький політехнічний університет

Комп'ютерне моделювання у підготовці учителів математики

Серед дисциплін інформатичного циклу, що включені до списку підготовки учителів освітньої галузі "Математика*", курс "Комп'ютерне моделювання в математиці" є важливою складовою фундаментальної математичної підготовки студентів педагогічних спеціальностей. Його важливість визначається не лише тим, що збільшуються можливості застосування методів обчислювальної математики і сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі, але й проникненням чисельних алгоритмів наближеного розв'язування задач у середню (насамперед інноваційну) освіту, тобто у сферу професійної діяльності учителя.

Законом про освіту передбачається орієнтація навчання у сучасній школі на розвиток інтелектуальних можливостей учнів. Спрямування школи на виконання нового соціального замовлення передбачає реалізацію такої тенденції у освіті: переорієнтація самостійної діяльності учнів переважно на вирішення навчальних завдань, до чого вони ідуть через засвоєння необхідного мінімуму знань, а також спираючись на довідкові навчальні засоби [1]. Засобами реалізації такого підходу на уроках математики може бути математичне моделювання з використанням ППЗ сім'ї GRAN, СКМ Maxima, Derive, Excel і інших. Це пов'язано з тим, що моделювання є універсальним методом пізнання, а, отже, ефективним інструментом навчально-пізнавальної діяльності учнів. До одного із завдань навчання курсу «Комп'ютерне моделювання в математиці» відноситься організація систематичного цілеспрямованого вивчення основ технології комп'ютерного моделювання у навчальній діяльності учнів з математики. Це повинно розв'язати суперечності між можливостями розробки і використання інформатизованої методичної системи навчання математики і розвитку інтелектуальних здібностей учнів у процесі застосування комп'ютерного моделювання та реальною педагогічною практикою.

Дисципліна «Комп'ютерне моделювання в математиці» відрізняється значною широтою, максимальним використанням міжпредметних зв'язків різних математичних дисциплін, з одного боку, й інформатики, фізики, економіки й інших наук, з іншого боку. Причому зв'язки ці базуються на достатньо апробованій методології математичного моделювання, що робить предмет цілісним. Метод математичного моделювання є одним з фундаментальних методів пізнання. Студенти повинні оволодіти основами комп'ютерного математичного моделювання, щоб сформувані повноцінний науковий світогляд, розвинути свої творчі здібності, уміти застосовувати отримані знання у навчальній і професійній діяльності.

В даній статті розглядаються елементи аналізу системи понять, пов'язаних з комп'ютерним математичним моделюванням; з'ясування місця дисципліни «Комп'ютерне моделювання в математиці» у освітній галузі "Математика*"; визначення структурних елементів, що були б базовими для даної дисципліни; розробка змісту дисципліни «Комп'ютерне моделювання в математиці» в цілому та окремих розділів; система основних знань й умінь, якими повинні опанувати студенти в процесі вивчення дисципліни.

Хоча назва дисципліни і обмежується комп'ютерним моделюванням лише у математиці, досягти повного та глибокого оволодіння основними ідеями курсу не можливо без урахування міжпредметних зв'язків, що підвищує також рівень мотивації вивчення курсу.

«Комп'ютерне моделювання в математиці» – це новий і досить складний курс у циклі інформатичних дисциплін у підготовці вчителів напряму "Математика*". Курс «Комп'ютерне моделювання в математиці» по суті є міждисциплінарним курсом і для успішного оволодіння ним потрібні найрізноманітніші знання: по-перше, знання в обраній предметній галузі – якщо моделюються фізичні процеси, необхідно мати певний рівень знань з фізики, моделюючи екологічні процеси – володіти необхідними значеннями з біологічних наук, моделюючи економічні процеси – володіти знаннями відповідних економічних явищ і процесів. Крім того, оскільки в процесі

комп'ютерного моделювання використовується практично весь апарат сучасної математики, передбачається наявність знань з основних математичних дисциплін – алгебри, математичного аналізу, теорії диференціальних рівнянь, математичної статистики, теорії імовірностей. Для розв'язування математичних задач за допомогою комп'ютера необхідно володіти в повному обсязі чисельними методами розв'язування нелінійних рівнянь, систем лінійних алгебраїчних рівнянь, диференціальних рівнянь, елементами функціонального аналізу, теорії наближення функції і ін. І, звичайно ж, передбачається вільне володіння сучасними інформаційними технологіями, знаннями мов програмування й володіння навичками розробки прикладних програм.

Питання, пов'язані з можливостями використання в навчально-пізнавальній діяльності комп'ютерного моделювання, зокрема використання систем комп'ютерної математики (СКМ), у процесі навчання математики, досліджувались багатьма науковцями: В.П. Д'яконов, М.І. Жалдак, Т.П. Кобильник, Н.М. Кузьміна, С.А. Раков, Ю.С. Рамський, С.О. Семеріков, Ю.В. Триус і іншими науковцями.

Найчастіше у дослідженнях розглядалися питання застосування СКМ під час вивчення окремих тем чи розділів математичних дисциплін, але не достатньо висвітлювались питання добору змісту та методики навчання комп'ютерного моделювання в математиці майбутніх учителів математики.

Тим часом теоретична складова курсу чисельних методів математики у педагогічних університетах найчастіше невелика. Внаслідок недостатнього аудиторного часу на повноцінне вивчення обов'язкового навчального матеріалу викладач змушений орієнтуватися в основному тільки на постановочні й рецептурні питання.

Тому на важливому етапі добору змісту навчання дисципліни необхідно його узгоджувати з відповідав Галузевим стандартам освітньої галузі "Математика*".

Зокрема, формування системи завдань має відповідати типу діяльності, визначеному серед інших – математичному моделюванню природничих, технічних, екологічних та суспільних явищ і процесів. Студенти поглиблюють навички створення математичної моделі, її дослідження за допомогою комп'ютера. Що стосується прикладних досліджень в галузі математики, студенти навчаються вибору та використання алгоритмів, методів, прийомів і способів розв'язування математичних задач з використанням комп'ютерних засобів. При цьому розглядаються задачі на оцінювання похибок у різних нормованих просторах, математичне моделювання за допомогою диференціальних рівнянь у частинних похідних, задачі на побудову регресії, вибору оптимальних варіантів із множини допустимих та інших типів задач.

Добір змісту навчання дисципліни «Комп'ютерне моделювання в математиці» має ґрунтуватися також на загально дидактичних принципах. Так, згідно принципу доступності, навчального матеріалу має здійснюватися змістовий аналіз наявних і засвоєваних знань та умінь студентів, а також урахування "зони найближчого розвитку студента". Важливим фактором добору матеріалу є врахування рівня загальної підготовки студентів з фундаментальних математичних та інформатичних дисциплін (зокрема, курсу методів обчислень), інформатики, фізики, оскільки це значно впливає на рівень опанування методологією моделювання.

Побудова системи задач має ґрунтуватися на принципах диференційованої реалізованості, систематичності і послідовності навчання. Навчальна діяльність студентів спрямовувалась на засвоєння загальних способів дій і наукових понять під час розв'язування задач. За допомогою комп'ютерного моделювання викладач навчає студентів перетворювати логічну форму наукових знань у форму діяльності. Зокрема діяльність студентів має спрямовуватися на здобуття системних знань щодо комп'ютерного моделювання в математиці, знань, що стосуються добору методів математичного моделювання, оцінювання похибок, стійкості чисельних методів розв'язування задач, застосування СКМ та пакетів прикладних програм. До системи задач мають включатися задачі, методи та алгоритми розв'язування яких відомі студентів, задачі проблемного характеру, розв'язування яких потребує розробки відповідних алгоритмів, проведення комп'ютерного моделювання, аналізу отриманих результатів.

Крім того, в процесі навчання дисципліни має враховуватися рівень знань студентів, їхній рівень мислення, кмітливість. Що під час вивчення даної дисципліни студенти можуть оволодіти простими питаннями комп'ютерного моделювання, що дозволить їм набути певного досвіду розв'язування конкретних прикладних задач, сформувати у них загальне уявлення та розвинути необхідну інтуїцію пошуку ефективних шляхів використання комп'ютерного моделювання.

В процесі розробки концепції навчання дисципліни «Комп'ютерне моделювання в математиці» необхідно також враховувати потреби ринку праці, виходячи з того, що фахівець за спеціальністю "Математика*" може працювати як в галузі освіти, так і в різних наукових галузях, де виникають потреби використання математичних методів розв'язування задач. А тому, з одного боку враховуються вимоги шкільної освіти до рівня знань та умінь використовувати комп'ютеризоване

математичне моделювання та наближені обчислення, а з іншого – враховуються деякі особливості прикладних аспектів математики.

Наприклад, реалізуються види діяльності студентів, спрямовані на розвиток творчих здібностей: постановка проблеми, генерування ідей щодо пошуку підходів до розв'язування задач, розвиток асоціативних зв'язків, аналіз, оцінювання тощо.

Розглядаються методи визначення оптимального степеня регресії з використанням методу найменших квадратів: визначення найкращого добору емпіричних кривих за результатами проведених повторних експериментів або одного експерименту. На лекції студенти оглядово знайомляться з деякими методами побудови лінії регресії. Викладач вказує на переваги і недоліки різних методів і зупиняється на методі найменших квадратів. Для побудови рівняння регресії застосовуються поліноми. За умови дотримання певних обмежень виявляється, що на основі методу найменших квадратів забезпечується найкращий добір емпіричних кривих.

Хоча за допомогою систем комп'ютерної математики легко здійснити опрацювання даних, під час виконання лабораторних робіт доцільно залучати студентів до самостійного написання, наприклад, мовою СКМ Maxima, кількох кроків програми для побудови рівняння регресії.

Мета та завдання практичних занять полягає у поглибленні та закріпленні теоретичних знань з основних курсів математики, інформатики та комп'ютерної техніки, набуття навичок їх практичного застосування для розв'язування конкретних задач; набуття знань та вмінь щодо наукового дослідження в рамках навчально-дослідного проекту; вдосконаленні вмінь та навичок проектування алгоритмів і програм розв'язування задач за допомогою комп'ютера; формуванні вмінь професійного використання методів і засобів опрацювання даних, пакетів прикладних програм професійного спрямування (зокрема Maxima), інноваційних методів та методик розв'язування задач.

Призначення лабораторного практикуму – закріплення та поглиблення знань теоретичного матеріалу дисципліни; формування практичних навичок наближеного розв'язування математичних задач за допомогою відповідних чисельних методів з застосуванням СКМ; формування умінь аналізу, оцінювання поточних та підсумкових результатів моделювання. Лабораторні роботи можуть виконуватися під час аудиторних занять і самостійно. Кожен опис лабораторної роботи містить перелік необхідних питань з теорії, індивідуальні завдання на підгрупу до 15 осіб і порядок виконання роботи. Передбачається, що витрати часу на дослідження, складання комп'ютерних програм (якщо вони необхідні), обчислення й підготовку письмового звіту стосовно роботи не повинні перевищувати 2-4 годин.

Із розвитком комп'ютерної техніки значно розвинулись і чисельні методи розв'язування задач. Особливо важливу роль відіграє теорія наближення функцій, оскільки на ній базуються алгоритми побудови апроксимаційних поліномів, що дає можливість, наприклад, будувати квадратурні формули. Для студентів цікавими виявляються завдання на побудову власних формул наближених обчислень визначених інтегралів. Широким полем для навчально-дослідницької роботи може бути використання формули Гаусса $\int_a^b f(x)dx = \sum_{i=1}^n A_i f(x_i)$. Власну формулу студент може вивести, вибравши довільні вузли x_i , або вузли спеціальних функцій, дослідити, отримати оцінку точності формули. Далі ці результати дослідження можуть застосовуватися під час розв'язування крайових задач диференціальних рівнянь.

Завданням для самостійної роботи може бути, наприклад, наступна задача.

Описати обчислювальний алгоритм розв'язування системи диференціальних рівнянь $\frac{dx}{dt} = \frac{x}{t} + yf(t)$, $\frac{dy}{dt} = x + t$ за початкових умов $x(0)=0$, $y(0)=0$ та умов $x(t_0)=x_0$, $y(t_0)=y_0$. Функція $f(t)$ – диференційовна і задана таблицею (необхідно скористатися інтерполяційною формулою).

Дослідження можна прости з використанням СКМ Maxima. Це система комп'ютерної математики, що призначена для виконання математичних розрахунків (як в символьному, так і в чисельному поданні) таких як: спрощення виразів; графічне зображення обчислень; розв'язування алгебраїчних рівнянь та їх систем; розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та їх систем; розв'язування задач лінійної алгебри; розв'язування задач диференціального і інтегрального числення; розв'язування задач з теорії чисел та комбінаторних рівнянь.

У середовищі тієї чи іншої СКМ реалізується програма дослідження моделі об'єкта. До математичних об'єктів можна віднести числа, операції, функції і т. п. Так, моделлю функції є її графік, ряд, інтеграл, рівняння тощо. Моделі завжди є описами не розкритих властивостей об'єкта.

Головні вміння й навички, формування яких поглиблюється у студентів під час вивчення дисципліни «Комп'ютерне моделювання в математиці», це: уміння використовувати необхідні програмні засоби в середовищі СКМ; уміння аналізувати результати у різних формах подання різноманітних повідомлень (аналітичного й графічного подання); уміння створювати в середовищі

СКМ програмні засоби доступного рівня складності для розв'язування навчальних і предметних задач.

Студенти набувають досвіду подання завдання у вигляді програми, що була б простішою у використанні, навчитися діяти у випадку, коли за допомогою СКМ неможливо виконати завдання, уміти аналізувати результати обчислень, вибирати з цілої низки рішень оптимальне.

Складнішими за технічною реалізацією є символічні, або аналітичні методи. Використання символічного процесора дозволяє, наприклад, під час інтегрування отримати відповідь не лише у вигляді десяткового дробу, як у випадку застосування чисельного методу, а й у вигляді первісної функції в символічному поданні. Крім того, символічні результати є абсолютно точними. Проте, на жаль, можливості використання символічних процесорів є дуже обмеженими, тому що для небагатьох задач можна отримати аналітичний розв'язок, а, крім того, не до всіх задач можна застосувати програми символічних перетворень.

На цій основі були визначені основні завдання навчання курсу «Комп'ютерне моделювання в математиці» стосовно майбутньої професійної діяльності студентів: загальний розвиток і становлення світогляду студентів; володіння моделюванням як методом пізнання; вироблення практичних навичок використання СКМ; сприяння професійній спрямованості навчання.

Розглянемо, наприклад, задачу про виведення формули обчислення площі бічної поверхні циліндра.

Площа криволінійної поверхні означається як границя суми площ, певним чином побудованих, проєкцій елементів поверхні на відповідні дотичні площини. Крім того, криволінійна поверхня повинна задовольняти певні умови. Якщо розглядати бічну поверхню прямого кругового циліндра, то вона дорівнює $2\pi RH$. Неправильним було б знаходити площу поверхні (як границі суми площ вписаних багатокутників) за аналогією до визначення довжини кривої. Щоб переконатися у цьому, скористаємось комп'ютерним моделюванням площі поверхні прямого кругового циліндра.

Побудуємо вписаний многогранник, поверхня якого складається із трикутників, утворених точками, що лежать на $n+1$ колі, поділених на m частин. Отримаємо $2mn$ рівних рівнобедрених трикутників. Площа поверхні вписаного многокутника («чобіт» Шварца) обчислюється за формулою

$$S_{mn} = 2Rm \sin\left(\frac{\pi}{m}\right) \sqrt{H^2 + R^2 n^2 \left(1 - \cos\left(\frac{\pi}{m}\right)\right)^2}.$$

Якщо $m \rightarrow \infty$, $n \rightarrow \infty$, то границі не існує. Переконуємось у цьому, провівши обчислення для $n = k^2$, $m = k$; $n = k$, $m = k^2$; $m = n = k$; $n = k^4$ і ін.

Студенти з'ясовують у чому причина, будують хорду та дотичну до елементарної дуги, будують трикутник, що є складовою поверхні многокутника, та відповідну елементарну циліндричну поверхню. Далі визначають величини кутів у першому випадку між дотичною до дуги кривої і хордою, та між нормальними до трикутника і елементарної поверхні. Застосовуючи аналогію, студенти не звертають увагу на властивості, що відрізняють об'єкти. Тому поряд із відшуканням схожих операцій застосованого методу граничного переходу під час обчислення довжини кола та площі поверхні, викладач звертає увагу на необхідність відшукання схожих та відмінних властивостей об'єктів, методу, операцій тощо. Далі викладач, узагальнює відповіді студентів, поставивши запитання щодо нормованих просторів, до яких належать функції, через які задають наближення кривої та криволінійної поверхні (поверхня побудованого многогранника). Викладач пояснює студентам, що не повною мірою вони скористались операціями порівняння, аналізу, синтезу, що лежать в основі методу аналогії. Отже, як переконуються студенти, розв'язування абсолютно зовнішньо однакових задач часто вимагає використовувати суттєво різні методи. Іншим, переконливішим прикладом того, що умовиводи, зроблені за аналогією, можуть бути як істинними, так і хибними, може бути крайова задача:

$$\begin{cases} \dot{x} = ay + f, \\ \dot{y} = bx + \varphi, \end{cases} \quad x(0)=x_0, y(1)=0, 0 \leq t \leq 1, a>0, b>0.$$

Виявляється, що для наближеного розв'язання крайової задачі за "великих" значень a і b та за "малих" – необхідно використовувати різні за своєю природою наближені методи [4]. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання наведених задач розвиває навички визначення відповідних методів розв'язування задачі.

Оволодіння навичками комп'ютерного моделювання сприяє усвідомленню зв'язків інформатики з математикою й іншими науками – природничими й соціальними. Під час виконання студентами лабораторних робіт або на лекції викладач може використовувати готові комп'ютерні моделі для демонстрації явищ, що розглядаються. У процесі моделювання конкретного явища студент не тільки засвоює навчальний матеріал, але й набуває вміння ставити проблеми й завдання,

передбачати результати дослідження, проводити оцінювання, бачити головні й другорядні фактори для побудови моделей, вибирати аналогії й математичні формулювання, використовувати комп'ютер для розв'язування задач, проводити аналіз обчислювальних експериментів. Таким чином, застосування комп'ютерного моделювання дозволяє наблизити методологію навчальної діяльності до методології науково-дослідної роботи.

Розглянемо фізичну задачу, що може бути прикладом завдання для комп'ютерного моделювання. Дослідити, під яким кутом β до похилої площини, з кутом нахилу α , слід спрямувати силу, щоб перемістити тіло на похилій площині можна було б з найменшим зусиллям, коефіцієнт тертя μ .

У процесі розв'язування задачі студенти формують математичну модель. Отримана формула для обчислення сили має вигляд.

$$F = P \frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{\cos \beta + \mu \sin \beta},$$

де P – сила тяжіння, β – напрям прикладання сили F .

Студенти обговорюють низку питань, що стосуються формування відповідної математичної моделі, з'ясовують, за яких α , β формула коректна знаходять значення прикладеної сили, будують графіки сили F за різних значень параметрів α , β , μ та P . Крім того оцінюється існування розв'язку і його єдиність та стійкість.

Таким чином, використання комп'ютерного моделювання в процесі навчання математики переконливо доводить студентам, що математичні конструкції – це моделі реальних процесів і явищ. В результаті змінюється відношення студентів до навчання математики, навчання стає продуманішим та продуктивнішим, у студентів формуються мотиваційні чинники щодо опанування та поглиблення знань із різних галузей науки, зокрема щодо оволодіння навичками використання СКМ. У студентів поглиблюються уявлення про весь технологічний ланцюг розв'язування задач за допомогою комп'ютера.

Література

1. Вишневецький О.І. Теоретичні основи сучасної української педагогіки. Посібник для студентів вищих навчальних закладів / О.І. Вишневецький. – Дрогобич: Коло, 2003. – 528 с.
2. Горошко Ю.В. Система інформаційного моделювання у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Юрій Васильович Горошко; наук. консультант М.І. Жалдак; Чернігівський нац. пед. ун-т імені Т.Г. Шевченка. – Чернігів, 2013. – 470 с.
3. Кобильник Т.П. Вивчення елементів програмування у системі комп'ютерної математики Maxima / Т.П. Кобильник / Молодь і ринок: щомісячний науково-педагогічний журнал. – 2007. – №5-6 (28-29). – С. 159-163.
4. Леонова Н.А. Использование пакета символьной математики Maxima в курсе "Компьютерные технологии в научных исследованиях". // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб. наук. праць. – Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2003. – С. 183-187.
5. Семеріков С.О. Maxima 5.13: довідник користувача / За ред. Академіка АПН М.І. Жалдака. – Київ, 2007. – 48 с.
6. Теплицький І.О. Елементи комп'ютерного моделювання: навчальний посібник / І.О. Теплицький. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 208 с.
7. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику: Учебное пособие: Для вузов. – М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та, 1994. – 528 с.

Вакалюк Т.А.

Житомирський державний університет імені Івана Франка

Теоретичні підходи до проектування хмаро орієнтованого навчального середовища у вітчизняній та зарубіжній літературі

У XXI столітті все більш значущим стає інформатизація усіх ланок життєдіяльності людей, зокрема й освіти. Саме тому навчальні заклади України постійно залежать від необхідності оновлювати комп'ютерне та програмне забезпечення, що вимагає великих фінансових затрат.

В даній ситуації безперечними перевагами будуть користуватись хмарні обчислення. Адже у випадку надання освітніх послуг з "хмар", навчальні заклади будуть не залежати від фінансування (витрати на дороге обладнання та енергоносії будуть зайвими).

З огляду на вище сказане все більшої актуальності набуває проблема створення хмаро орієнтованого навчального середовища.