

УДК 378:147:51:004

Системи комп'ютерної математики у навчанні дослідження операцій

Когут У.П.

email: ulyana_kogut@mail.ru

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, кафедра інформатики та обчислювальної математики

Анотація. У статті наведено загальну характеристику найбільш популярних систем комп'ютерної математики як комерційних, так і вільно поширюваних та умови ефективного використання даних систем як засобу навчання дослідження операцій. Розглянуто роль систем комп'ютерної математики у підготовці бакалаврів інформатики. Визначено напрями педагогічного використання СКМ при вивченні інформатичних дисциплін. Визначено перспективні напрямки розвитку систем комп'ютерної математики у високотехнологічному середовищі.

Ключові слова: дослідження операцій; системи комп'ютерної математики; Maple; Mathematica; Matlab; Maxima.

ВСТУП

Фундаменталізація навчання пов'язана не лише з осучасненням змісту математичних та інформатичних дисциплін, але й з впровадженням інноваційних засобів та технологій навчання, з набуванням і вдосконаленням людиною своїх професійних компетентностей впродовж всього життя.

Провідне місце у системі комп'ютерно орієнтованих засобів навчання математичних та інформатичних дисциплін займають системи комп'ютерної математики [7; 14; 19; 20].

Використання в навчальному процесі програмних засобів спеціального та навчального призначення надає можливість враховувати специфіку їх застосування. Розв'язування широкого спектру задач вимагає використання різноманітних програмних засобів у навчальній та науково-дослідницькій діяльності.

1. СТРУКТУРА СТАТТІ

1.1. Загальні положення

"Сукупність програмних засобів, які призначені для ефективного розв'язування за допомогою комп'ютерів широкого кола математичних задач з високим ступенем візуалізації всіх етапів обчислень та теоретичних положень, покладених в основу їх розробки", за тлумаченнями В.П. Д'яконо-

ва, Ю.В. Триуса можна визначити як *комп'ютерну математику* [6, с. 116; 20, с. 35]. Поширення набувають різноманітні засоби комп'ютерної математики, зокрема програмні засоби, які на думку М. І. Жалдака [8], доцільно умовно поділити на дві великі групи:

- програмне забезпечення *навчального призначення*, так звані педагогічні програмні засоби (ППЗ), розраховані на учнів загальноосвітніх навчальних закладів та студентів молодших курсів вищих навчальних закладів, які лише почали вивчати теоретичні, зокрема математичні, основи інформатики;
- програмне забезпечення *науково-дослідницького призначення*, так зване професійно-орієнтоване програмне забезпечення, розраховане на фахівців досить високої кваліфікації.

Програмне забезпечення першої групи доцільно використовувати для підтримання навчально-пізнавальної діяльності студентів, позааудиторних заняттях під управлінням педагога, а також під час виконання самостійної роботи. Застосування професійно орієнтованого програмного забезпечення має важливе значення у процесі активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів-магістрантів ВНЗ, а також для формування дослідницьких навичок студентів.

Програмне забезпечення науково-дослідницького призначення можна умовно поділити на кілька груп, а саме [5]:

1. *Математичні пакети вузької спеціалізації*: GAP, Macaulay, Singular та ін.;
2. *Програмні засоби візуалізації математичних даних*: GnuPlot, JMol, LaTeX
3. *Системи геометричного моделювання*: Autodesk 3ds Max, ANSYS та ін.;
4. *Системи комп'ютерної математики*: Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima та ін.

Системи комп'ютерної математики виокремлені в окрему групу, оскільки вони є універсальними і об'єднують в собі функції засобів інших типів, наприклад другого і третього, на противагу засобам першого типу, застосування яких досить обмежені.

За тлумаченням В. П. Д'яконова, "*системи комп'ютерної математики* – це програмні засоби, за допомогою яких можна автоматизувати виконання як чисельних, так і аналітичних (символьних) обчислень і розрахунків" [6].

Також для означення того самого класу програмних продуктів з ідентичними функціями застосовується термін *комп'ютерні математичні системи*.

На думку Т. М. Капустіної, комп'ютерні математичні системи відносяться до класу обчислювальних середовищ. "*Обчислювальне середовище* – електронна оболонка для автоматичного розв'язування математичних задач обчислювального характеру (числового або символьного). Користувач шляхом введення умови задачі заповнює цю оболонку, і згідно з алгоритмами, які містяться в ній, задача розв'язується. *Комп'ютерні математичні системи* – інтегровані програмні продукти, в яких об'єднуються властивості і систем комп'ютерної алгебри, і універсальних обчислювальних середовищ" [9].

С. А. Раков, аналізуючи програмні засоби, орієнтовані на розв'язування математичних задач, умовно класифікує їх за шістьма групами [16]:

1. *Вмонтовані засоби систем програмування* – практично всі мови програмування загального призначення: Algol, PL/1, Basic, C, Pascal тощо;
2. *Спеціальні мови програмування*: алгоритмічні мови програмування Fortran; функціональні мови програмування Lisp, Hope, SmallTalk; мови логічного програмування: Пролог;
3. *Спеціалізовані пакети* – MacMath, Eureka, SPSS, StatGraph тощо;
4. *Пакети комп'ютерної алгебри* (CAS – Computer Algebra System) – Derive, Reduce, Macsyma, MuMath, MatLab, MathCAD тощо;
5. *Пакети комп'ютерної геометрії* (DGS – Computer Geometry System) –

Cabri, SketchPad, Sinderella, Next, Gran-2D, DG тощо;

6. *Комп'ютерні математичні системи* (CMS – Computer Mathematical System), які є універсальними, поліфункціональними пакетами, в яких об'єднуються компоненти усіх інших математичних систем.

Науковець до *комп'ютерних математичних систем* відносить комп'ютерні пакети, які призначені для розв'язування математичних задач за допомогою точних (символьних) або наближених методів, причому для опису задач та їх параметрів використовується математичний інтерфейс, а алгоритми розв'язування типових задач заздалегідь описані і зберігаються у самому пакеті.

Автори по-різному визначають поняття *комп'ютерні математичні системи* і *системи комп'ютерної математики*, але ці терміни тотожні в тому розумінні, що стосуються однієї і тієї самої групи програмних засобів. У зарубіжній літературі зустрічається аналог цього терміну Computer Mathematics Systems (CMS) [21].

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що в програмних засобах для виконання аналітичних обчислень повинні бути передбачені: *засоби* подання числових і нечислових даних різних спеціальних структур, *мова* для маніпулювання цими даними, і *бібліотека* ефективних функцій для виконання необхідних базових операцій.

На основі аналізу робіт науковців ([5; 9; 15; 20; 21]) під *системами комп'ютерної математики* будемо розуміти поліфункціональні, універсальні програмні засоби, призначені для ефективного виконання математичних операцій з даними як у символьному, так і в числовому поданні, для візуалізації математичних закономірностей, проведення навчальних та наукових досліджень, а також для моделювання перебігу різноманітних процесів та проявів явищ в різних предметних галузях.

Найбільшій ефективності використання СКМ у педагогічних цілях можна досягнути за умови розроблення на основі цих середовищ програмних засобів навчального призначення:

- використовуючи одну з таких систем, можна досліджувати широке коло математичних об'єктів, не витрачаючи час на ознайомлення з особливостями роботи окремих спеціалізованих пакетів;
- за допомогою СКМ можна забезпечувати міждисциплінарний підхід при вивченні фундаментальних курсів;
- використовуючи СКМ, можна домогтися диференціації навчання аж до індивіду-

альної траєкторії навчання студента, розвитку його творчої активності.

Крім того, СКМ є середовищем для підтримування навчання фундаментальних дисциплін, тому можуть бути використані при створенні інноваційних педагогічних технологій.

При цьому забезпечення фундаменталізації навчання досягається не тільки шляхом широкого впровадження окремих програмних продуктів, але й завдяки створенню розподіленого середовища, рішень, спрямованих на інтеграцію і об'єднання, крос-платформенне поширення, підтримування мережних розподілених структур і сервісів [1; 4; 12; 18]. Зокрема, в останній час все більшого поширення набуває концепція "хмарних обчислень", під якими розуміють модель зручного мережного доступу до загального фонду обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, файлів даних, програмного забезпечення та послуг), які можуть бути швидко надані за мінімальних управлінських зусиль та взаємодії з постачальником (за визначенням Національного Інституту Стандартів і Технологій США (NIST)).

Згідно даної концепції, використання таких засобів навчального призначення, як СКМ, "у хмарі" є перспективним напрямом їх розвитку, коли виникає більше шляхів адаптації середовища навчання до рівня навчальних досягнень, індивідуальних потреб та цілей студента. Звернення до програмного забезпечення, що вже знаходиться на віртуальному робочому місці студента, не потребує витрачання навчального часу на інсталяцію і оновлення, за рахунок чого створюються умови для більш диференційованого підходу до організації навчання, з'являються можливості зосередитися на вивченні основного матеріалу [11].

Основні виробники популярних комерційних СКМ, зокрема MapleSoft (розробник Maple) та Wolfram Research (Mathematica) створили та підтримують online-сервіси MapleNet та webMathematica і WolframAlpha відповідно. Поряд з тим існує і web-СКМ Sage, у якій реалізовано підтримку інтерфейсів, в тому числі і до комерційних СКМ [10].

Використання СКМ взагалі і Web-СКМ зокрема у навчанні дослідження операцій надасть можливість: "змінити акценти у доборі теоретичного матеріалу, збільшити частку задач на побудову математичних моделей реальних оптимізаційних задач, їх розв'язування і дослідження за допомогою СКМ; більш широко використовувати графічні методи при розв'язуванні задач одно- і

двовимірної оптимізації; використовувати СКМ для розв'язування задач оптимізації класичними методами; для фахівців з інформатики запровадити завдання на порівняння результатів, одержаних за допомогою чисельних методів, описаних однією з мов програмування, і за допомогою вбудованих засобів СКМ, та їх аналіз при різних вхідних даних, а також завдання на програмування в середовищі СКМ чисельних методів оптимізації та їх дослідження; запровадити завдання на створення інтегрованих звітних документів про виконання лабораторних і розрахунково-графічних робіт з використанням СКМ" [20].

Критерії добору систем комп'ютерної математики для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики

Ефективність навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців з інформатики значною мірою визначається якістю використовуваних програмних засобів. Основні вимоги, що висувуються до таких програм – це, звичайно, простота введення і коригування вхідних даних, а також візуалізація (унаочнення) результатів розрахунків. Сьогодні є і потужні спеціалізовані системи моделювання (Maple, SolidWorks, AutoCAD тощо) і спеціальні програми, у яких реалізується зручний графічний зовнішній вигляд досліджуваних об'єктів.

Майже всі програмні продукти прийшли у навчальний процес з комерційних сфер діяльності людини: текстові процесори, електронні таблиці, засоби створення презентацій, системи управління базами даних, графічні редактори [2]. У зв'язку з цим постає необхідність добору програмних засобів, які доцільно використовувати у навчальному процесі вищого педагогічного навчального закладу.

До загальноновизначених дидактичних принципів, на які можна орієнтуватись при доборі програмних засобів, можна віднести: можливість покрокового отримання результатів, систематичність навчання, міцність засвоєння знань, врахування індивідуальних особливостей студентів.

Також не слід нехтувати психологічними основами діяльності користувача [13; 17]:

- 1) визначення структури діяльності (ціле покладання, планування діяльності, добір засобів, виконання дій, аналіз отриманих результатів і т.д.);
- 2) проведення логіко-психологічного аналізу класів задач, які необхідно розв'язати за допомогою комп'ютера;

- 3) вибір програмного засобу для підтримування діяльності при розв'язуванні визначеного класу задач.

Застосування комп'ютерів має спиратись на характеристики побудови навчальної діяльності, що відповідає меті і шляхам її досягнення. Основні вимоги до структурних характеристик діяльності визначаються:

- 1) загальною та конкретною метою діяльності при розв'язуванні різних видів задач;
- 2) змістом навчання;
- 3) апаратним та програмним забезпеченням, яке використовується;
- 4) послідовністю дій, які виконує користувач.

Дослідники Ю. В. Горошко, М.І. Жалдак, Е. І. Кузнецов, Ю. І. Машбиць, В. М. Монахов, С. А. Раков, С. О. Семеріков, Ю. В. Триус та інші, аналізуючи програмні засоби, які доцільно використовувати у навчальному процесі, звертають увагу на наступне:

- все програмне забезпечення має відповідати загальновизначеним дидактичним вимогам;
- програмний продукт не варто перевантажувати додатковими опціями, щоб не відволікати недосвідченого користувача;
- доступ до певних опцій має бути інтуїтивно зрозумілим;
- комп'ютер повинен розглядатися як засіб діяльності з усіма необхідними інструментами для здійснення навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності;
- програму недоцільно переобтяжувати технічними термінами;
- у головному вікні мають бути подані стандартні елементи: меню, контекстне меню, робоче багатовіконне поле, передбачене виконання дій за допомогою клавіатури та мишки;
- необхідна структурована та досить досконала і зручна у використанні система допомоги;
- має бути забезпечена стійкість до помилок у діях користувача щодо введення даних.

Необхідні також навчально-методичні посібники до вибраного програмного засобу з доступно поданим теоретичним матеріалом, повним розглядом конкретних прикладів використання різних програм, достатньою кількістю питань та вправ для самоконтролю.

В. Ю. Гарбусев доповнює вище перелічені вимоги з урахуванням діяльнісного підходу [3]:

- необхідно враховувати індивідуальні вікові й психологічні особливості користувачів;
- мають бути сформовані вміння застосовувати інформаційні технології у нестандартних ситуаціях, що виникають під час розв'язування задач;
- використання різних програмних засобів повинно розвивати рефлексивно-теоретичне мислення, що надає можливість людині планувати пізнавально-дослідницькі дії та розвиває особистість.

Існує велика кількість різних програмних засобів, які можуть бути використані у навчально-пізнавальній та подальшій науково-дослідницькій діяльності. З кожним днем їх кількість збільшується, виходять нові версії вже існуючих. Тому виникає необхідність визначення критеріїв, на які доцільно спиратись при виборі програмних засобів у процесі навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики:

1. *Методична доцільність.* Не всі потужні програмні засоби методично доцільно використовувати в навчальному процесі; необхідно педагогічно виважено і методично вмотивовано добирати програмні засоби з врахуванням класу задач, які можна розв'язувати з їх використанням, цілей навчання, особливостей навчального матеріалу, вікових та індивідуальних особливостей студентів і ін.

2. *Інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс.* Вивчення нового програмного засобу викликає труднощі у недосвідченого користувача, тому бажано, щоб спеціалізований програмний засіб був легко доступний і зрозумілий не тільки вузькому колу фахівців, а й початківцю. Простий зовнішній вигляд дозволить використовувати даний програмний продукт як звичайному користувачу, так і фахівцю з даної предметної області.

3. *Зручність організації доступу.*

4. *Швидкодія.*

5. *Простота та надійність при роботі.*

6. *Зручність інтеграції з іншими ресурсами в єдине середовище.*

Системи комп'ютерної математики є потужним засобом комп'ютерного підтримування навчально-пізнавальної і дослідницької діяльності учнів, студентів, педагогів, інженерів, науковців, але ефективність і методична цінність таких засобів залежить від вмінь їх застосовувати [3, с. 40]. Використання комп'ютерів і всеможливих інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі має бути педагогічно виваженим і методично вмотивованим.

Підготовка майбутніх фахівців з інформатики до використання СКМ як в процесі нав-

чання, так і в подальшій професійній діяльності в сучасному суспільстві набуває особливого значення.

1.3. Висновки

Теоретичний аналіз чинних стандартів вищої освіти, навчальних програм, підручників і посібників, монографій, дисертаційних досліджень, статей і матеріалів науково-методичних конференцій з проблем фундаменталізації інформатичної освіти дав змогу розробити теоретичні засади використання систем комп'ютерної математики для навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики та зробити такі висновки:

1. Перехід до нового покоління галузевих стандартів вищої освіти на основі фундаменталізації навчання та компетентісного підходу є необхідним етапом на шляху реформування системи освіти в Україні, а застосування компетентісного підходу до розроблення галузевих стандартів вищої освіти створює умови для наближення освіти до потреб та вимог ринку праці, подальшого розвитку освітніх технологій та системи освіти в цілому.

2. Під *фундаменталізацією навчання дослідження операцій* розуміємо: виокремлення у змісті дисципліни базових понять, фундаментальних теоретичних положень, концепцій, ідей, що лежать в основі системоутворюючих знань і вмінь у галузі математичних та інформатичних дисциплін, реалізації міжпредметних зв'язків, забезпечення компетентісного підходу для підвищення рівня підготовки студентів, їх повноцінної діяльності в інформаційному суспільстві.

3. Використання СКМ є тенденцією розвитку комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних та інформатичних дисциплін, оскільки на їх основі вдається, в значній мірі, наблизитися до вирішення проблеми фундаменталізації знань майбутніх фахівців з інформатики, завдяки їх включенню в дослідницьку діяльність, моделюванню досліджуваних процесів і явищ, з'ясування сутності фундаментальних положень і понять математичних та інформатичних дисциплін, зокрема дослідженню операцій.

4. Основними принципами фундаменталізації навчання дослідження операцій на основі використання СКМ вважаємо: включення до розгляду філософських основ інформатики; математизація змісту навчання й розвиток дослідницького компонента діяльності, Актуальні проблеми фізики, математики та інформатики. № 7, 2015

забезпечується завдяки автоматизації різноманітних математичних розрахунків, процесів та операцій; розвиток проблемно-пошукового підходу до навчання за рахунок візуалізації, що значно полегшує дослідження перебігу процесів та проявів явищ.

5. Базові критерії добору СКМ полягають у наступному: зручність організації доступу, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, швидкодія, простота та надійність при роботі, зручність інтеграції з іншими ресурсами в єдине середовище та методична доцільність.

6. Через застосування СКМ на основі хмарних технологій може бути створене модернізоване сучасне високотехнологічне середовище навчання, що сприятиме підвищенню рівня фундаменталізації навчання завдяки розширенню доступу до засобів ІКТ.

1.4. Список використаних джерел

1. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ / В. Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті. – №10. – 2011. – pp.8-23.
2. Борк А. Компьютеры в обучении: чему учит история / А. Борк // Информатика и образование. – 1990. – №5. – С. 110–118.
3. Габрусев В. Ю. Зміст і методика вивчення шкільного курсу інформатики на основі вільно поширюваної операційної системи LINUX: дис. канд. пед. наук: 13.00.02 : теорія та методика навчання інформатика / В. Ю. Габрусев. – К. : НПУ ім. М.П.Драгоманова. – 2003. – 221с.
4. Гудкова А. А. Формирование и развитие региональных инновационно-технологических кластеров / А.А. Гудкова, Ю.М. Баткилина // Научное, экспертно-аналитическое и информационное обеспечение национального стратегического проектирования, инновационного и технологического развития России. Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции 27-28 мая 2010г. – Часть 2. – Москва, 2010. – С.190-193.
5. Дьяконов В. П. Компьютерная математика. Теория и практика /

- В. П. Дьяконов. – М.: Нолидж, 2001. – 1296 с.
6. Дьяконов В. П. Компьютерная математика / В. П. Дьяконов // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Том 7. – № 11. – С. 116–121.
7. Жалдак М. І. Математика з комп'ютером / Жалдак М. І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. – К. : ДІНІТ, 2004. – 168 с.
8. Жалдак М. І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут // Інформатика. – 2006. – №3–4. – С. 3–96.
9. Капустина Т. В. Теория и практика создания и использования в педагогическом вузе новых информационных технологий на основе компьютерной системы Mathematica (физико-математический факультет) : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования, 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Т. В. Капустина ; Московский педагогический университет. – М., 2001. – 254 с.
10. Кобильник Т. П. Використання сервісу Wolfram|Alpha для розв'язування задач інтегрального числення функції однієї змінної / Т. П. Кобильник, Т. Я.Вдовичин // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць /Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – № 15 (22). – С.55-60.
11. Кузовлев В. П. Профессиональная подготовка студентов в педагогическом вузе : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" / Кузовлев В. П. – М., 1999. – 49 с.
12. Манако А. Ф. ИКТ в обучении: взгляд сквозь призму трансформаций // Образовательные технологии и общество / А. Ф. Манако, Е. М. Сеница. – 2012. – том 15, №3. – с.392-413.
13. Проектування гіпертекстових навчальних систем: пос. / Авт. кол. за редакцією Ю. І. Машбиця. – К. : Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України, 2000. – 100 с.
14. Раков С. А. Програмно-методичний комплекс DG як крок від традиційної до інформаційної технології навчання геометрії/ С. А. Раков, В. П. Горох. // Комп'ютер у школі і сім'ї. – 2003. – № 1. – С. 20–23
15. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ / Раков С. А. – Харків: Факт, 2005. – 360 с.
16. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Раков С. А. / ХНПУ ім. Г. С. Сковороди. – Харків, 2005. – 538с.
17. Сергеева Т. А. Дидактические требования к компьютерным обучающим программам / Т. А. Сергеева , А. Г. Чернявская // Информатика и образование. – 1988. – № 1. – С. 48–51.
18. Сетевое взаимодействие – ключевой фактор генерации инновационной среды образования, науки и бизнеса. – Томск, 2011. – 18с.
19. Тевяшев А. Д. Досвід використання хмарних технологій у навчанні математичних дисциплін / А. Д. Тевяшев О. Г. Литвин // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С.116.
20. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін: монографія / Ю. В.Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.
21. Mathematical Computation with Maple V: Ideas and Applications/ Ed. by T.Lee. - Ontario, Canada: Birkhauser Boston, 1993. - 199 с. Режим доступу: <http://books.google.com.ua/books?id>