

ОСВІТНІЙ ПОТЕНЦІАЛ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ

С.В. Шокалюк

м. Кривий Ріг, Криворізький державний педагогічний університет
ksv_ipm@mail.ru

За тлумаченням Ю.В. Триуса [1, 35] *комп'ютерну математику* можна визначити як сукупність теоретичних, методичних, алгоритмічних, апаратних і програмних засобів, які призначені для ефективного розв'язування за допомогою комп'ютерів широкого кола математичних задач з високим ступенем візуалізації всіх етапів обчислень.

Широкого застосування в навчальних закладах набувають різноманітні програмні засоби комп'ютерної математики, які умовно можна поділити на дві великі групи:

– *програмне забезпечення навчально-дослідницького призначення*, так звані педагогічні програмні засоби (ППЗ), розраховане на учнів загальноосвітніх навчальних закладів та студентів вузів, які лише почали вивчати шкільний курс математики та основи вищої математики;

– *програмне забезпечення науково-дослідницького призначення*, так зване професійно орієнтоване програмне забезпечення, розраховане на математиків-фахівців досить високої кваліфікації.

Програмні засоби першої групи (програмно-методичний комплекс GRAN, система динамічної геометрії DG, ППЗ «Алгебра, 10 клас», «Геометрія, 10 клас», «Алгебра, 11 клас», «Геометрія, 11 клас» тощо) можуть бути застосовані на різних етапах вивчення предметів природничо-математичного циклу, у тому числі й для організації самостійної діяльності учнів, у класах основної та старшої школи незалежно від напрямку профілізації.

Застосування професійно орієнтованого математичного програмно-забезпечення має визначальне значення у процесі активізації пізнавальної діяльності учнів старших класів з поглибленим вивченням математики, а також старшокласників фізико-математичного профілю підготовки.

Науково-дослідницьке програмне забезпечення за призначенням, структурою та функціями можна умовно поділити на кілька груп, а саме:

1. *Математичні пакети вузької спеціалізації*: GAP, Macaulay, Singular та ін.;

2. *Програмні засоби візуалізації математичних даних*: GnuPlot, JMol, LaTeX та ін.;

3. *Системи геометричного моделювання*: Autodesk 3ds Max, ANSYS

та ін.;

4. *Системи комп'ютерної математики*: Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima, Sage та ін.

У наведеній класифікації перелічено далеко не всі, а лише найпопулярніші на сьогодні, переважно некомерційні, програмні засоби підтримки математичних досліджень.

Широкі можливості для ефективного здійснення розрахунків, проведення навчальних та наукових досліджень, а також моделювання процесів та явищ в різних предметних галузях відкриваються на основі використання математичних програмних засобів універсального типу – *комп'ютерних математичних систем* або *систем комп'ютерної математики*.

За тлумаченням В.П. Д'яконова *системи комп'ютерної математики* (СКМ) – це програмні засоби, за допомогою яких можна автоматизувати виконання як чисельних, так і аналітичних (символьних) обчислень і розрахунків [2].

Перші СКМ з'явились на ринку програмних засобів у 60-х роках ХХ століття. Найбурхливіший період їх розвитку припадає на 90-і роки ХХ століття. Сучасні СКМ оснащені зручним інтерфейсом та потужним графічним інструментарієм, в них реалізовано значну кількість стандартних і спеціальних математичних операцій, функцій та методів. Визначальними характеристиками сучасних СКМ є наявність власних мов програмування, засобів підготовки математичних текстів до друку, передбачення можливостей здійснювати імпортування даних для опрацювання з інших програмних продуктів, зокрема електронних таблиць, та експортування даних в них [1].

Кожна з СКМ має певні нюанси в архітектурі, тим не менш всі вони мають типову структуру (рис. 1), складовими якої є обчислювальне ядро системи, бібліотеки процедур та функцій, пакети розширень, довідкова система та інтерфейс користувача [2].

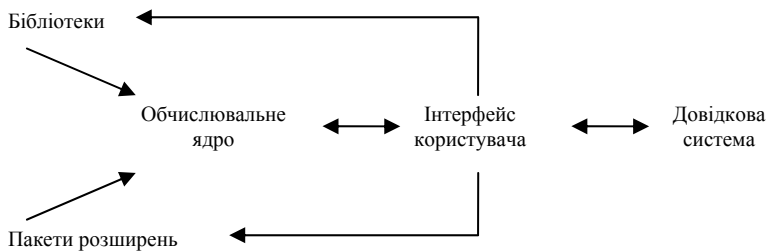


Рис. 1. Типова структура СКМ

Центральне місце займає *обчислювальне ядро системи*, що визначається набором вбудованих функцій та процедур, які називають основними або стандартними функціями (процедурами) СКМ. Кардинальне розширення можливостей застосування СКМ та їх адаптація до розв'язування задач користувачами досягається за рахунок *пакетів розширень*. Звернення до *довідкової системи СКМ* надає можливість отримати оперативну допомогу з питань призначення, синтаксису використання функцій та процедур СКМ, а також прикладів їх застосування. Основним призначенням інтерфейсу користувача СКМ є надання можливості організації запитів до функцій СКМ та отримання результатів обчислень. Оснащеність сучасних СКМ графічним інтерфейсом забезпечує зручність роботи з ними користувачів, які мають різний рівень стартових знань та прийомів роботи з програмними засобами ІКТ, у тому числі з професійно орієнтованим математичним програмним забезпеченням.

Серед кількох десятків створених СКМ найбільшу популярність отримали такі СКМ: *Derive, MathCAD, Maple, Matlab, Mathematica* та *Maxima*, загальну характеристику яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Загальна характеристика СКМ

Назва СКМ (остання версія системи)	Розробник	Основні характеристики	
		переваги	недоліки
Derive (Derive 6.1)	Soft Warehouse	<ul style="list-style-type: none"> – компактність обчислювального ядра; – коректність при розв'язуванні задач; – наявність русифікованих версій; – можливість використання у кишенькових калькуляторах фірм TI та HP. 	<ul style="list-style-type: none"> – низька якість графіки; – доступна тільки для платформ DOS та Windows.
MathCAD (MathCAD 14.0)	Mathsoft Engineering & Education Inc.	<ul style="list-style-type: none"> – відображення математичних текстів у звичній математичній нотації, у тому числі при введенні; – можливість об'єднання в одному MathCAD-документі обчислювальних, програмних, графічних та текстових 	<ul style="list-style-type: none"> – доступна тільки для платформи Windows; – обмеженість у використанні символних пере-

Назва СКМ (остання версія сис- теми)	Розробник	Основні характеристики	
		переваги	недоліки
		областей; – можливість використання фізичних величин з розмірністю обраної системи одиниць.	творень та обчислень.
Maple (Maple 12)	Waterloo Maple Inc.	– найкраще символічне ядро; – висока точність обчислень; – введення (з 11 версії) математичних виразів у звичній математичній нотації; – структурованість документу; – інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.	– незручність у роботі з великою кількістю чисельних даних.
Matlab (Matlab 7.8)	Math Works Inc.	– універсальна СКМ для здійснення швидких і точних чисельних розрахунків у різних предметних галузях; – відкритість і розширюваність – сумісність з різними операційними платформами.	– громіздкість обчислювального ядра; – вимогливість до апаратних ресурсів інформаційної системи; – найдорожча СКМ.
Mathematica (Mathematica 7.0.1)	Wolfram Research	– унікальність 3D-графіки; – сумісність з різними операційними платформами.	– складність синтаксису.
Maxima (Maxima 5.18.1)	Вільям Шелтер	– відкритість та вільно поширюваність СКМ; – сумісність з різними операційними платформами; – різноманітність графічних інтерфейсів; – допустимість інтеграції в різні середовища (на основі	– відсутність або обмеженість інструментарію для здійснення теоретичних математичних досліджень, зокрема з теорії чисел,

Назва СКМ (остання версія сис- теми)	Розробник	Основні характеристики	
		переваги	недоліки
		Web-технологій); – єдина з вільно поширюваних відкритих систем, яка за обчислювальними характеристиками не поступається комерційним СКМ.	теорії груп, математичної логіки тощо.

Як правило, СКМ використовують для розв’язування наукових, інженерних, навчальних задач, наочної візуалізації даних і результатів обчислень і як зручні та повні довідники з математичних обчислень. Разом з тим, завдяки потужній графіці, засобам візуального програмування й використання мультимедіа технологій, роль СКМ виходить далеко за межі тільки математичних розрахунків. Вони широко використовуються в освіті як потужні інструментальні засоби для підготовки електронних уроків, курсів лекцій та електронних книг з динамічними прикладами [3].

Ефективність застосування СКМ у процесі вивчення математичних дисциплін у вищому навчальному закладі, зокрема для організації самостійної дослідницької діяльності студентів різних спеціальностей, теоретично та експериментально обґрунтовано в роботах авторського колективу у складі М.І. Жалдака, В.Ю. Бикова, Ю.О. Жука, С.А. Ракова, Л.І. Білоусової та В.П. Гороха, В.І. Клочка, Ю.В. Триуса, Т.П. Кобильника та ін.

Про доцільність застосування СКМ на уроках математики в старших класах при розв’язуванні прикладних задач, зокрема з початків аналізу та математичної статистики, зазначається в інструктивно-методичних листах МОН.

М.В. Рафальська зазначає, що застосування засобів СКМ у процесі вивчення шкільної математики надає можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність учнів, сприяє розвитку їх творчих здібностей, математичної інтуїції та навичок здійснення дослідницької діяльності з використанням сучасних засобів ІКТ, а проведення комп’ютерних експериментів у середовищі СКМ надає можливість організувати навчання математики з використанням елементів проблемного навчання, дослідницьких підходів у навчанні. Окрім того, оволодіння вміннями та навичками здійснення обчислень у певній СКМ та використання цих засобів для розв’язування навчальних та прикладних задач є необхідною умо-

вою формування математичних компетентностей учнів [4].

На думку О.В. Панькова, застосування методу обчислювального експерименту та його реалізацією у середовищі СКМ під час розв'язування задач економічного змісту на уроках математики надає такі можливості:

- організувати творчу, дослідницьку діяльність учнів;
- підсилити мотивацію учіння;
- реалізувати зв'язки теорії з практикою;
- сприяти формуванню алгебраїчної культури учнів;
- вивільнити навчальний час за рахунок виконання трудомістких розрахунків за допомогою СКМ;
- візуалізувати навчальний матеріал [5].

Свідченням ефективного застосування засобів СКМ MathCAD у дослідницькій роботі з математики учнів російських шкіл є результати дослідження С.Ю. Попад'їної [6].

Цілеспрямоване й систематичне навчання учнів загальноосвітніх шкіл застосовувати інструментарій СКМ для розв'язування математичних задач та організації навчальних досліджень до сих пір є дискусійним питанням щодо педагогічної доцільності.

Необхідність введення СКМ у процес системи шкільної освіти, на думку російського вченого Р.І. Івановського, визначається такими факторами:

- висока інтенсивністю навчального процесу;
- вимоги щодо підвищення інформативності занять;
- нестача навчального часу на розробку учнями складних програм;
- вимоги варіативності типових задач, що розв'язуються;
- простота створення ілюстрацій та їх анімації на базі СКМ;
- намаганнями виключити рутинні операції;
- простота символічного, чисельного чи графічного розв'язування задач у середовищі СКМ [7].

Метою ознайомлення учнів старших класів з елементами практичного використання інструментарію СКМ на уроках інформатики та на факультативних заняттях, на думку дослідника, є набуття базових знань з певної СКМ, що полегшить адаптацію колишнього учня до умов навчального процесу у ВНЗ.

Ю.В. Позняк зазначає, що для школярів СКМ є незамінним помічником у вивченні математики, фізики та інформатики, а їх застосування надає можливість вивільнити час від рутинних розрахунків та зосередити увагу учнів на сутності методів розв'язування тієї чи іншої задачі [8]. Автор пропонує розпочати ознайомлення учнів з СКМ у формі курсу за вибором «Вступ до систем комп'ютерної математики», рекомендованого

для учнів 9–10 класів, та продовжити в курсі «Застосування систем комп'ютерної математики», рекомендованого для учнів 11–12 класів [8; 9].

Таким чином, СКМ є ефективним засобом реалізації міжпредметних зв'язків інформатики з іншими предметами природничо-математичного циклу.

За умов систематизованого вивчення програмних засобів математичного призначення постає питання вибору СКМ як предмету вивчення, так і середовища для проведення навчальних досліджень старшокласниками. При цьому критеріями вибору СКМ мають бути не тільки технічні характеристики та показники зручності пакетів, а й ціна дистрибутиву. Тому для вітчизняної системи освіти, зокрема загальноосвітніх навчальних закладів, доцільним є використання вільнопоширюваних СКМ або мережних надбудов до існуючих СКМ, які набувають все більшої популярності.

Відмінною характеристикою мережних СКМ (або Web-СКМ) є оснащеність Web-інтерфейсом, існування якого надає такі можливості:

- не встановлювати обчислювальне ядро СКМ на клієнтській машині.
- виконувати обчислення – на Web-сервері СКМ;
- організовувати запит для здійснення обчислень та відображати результати обчислень за допомогою Web-браузера.

Окрім того, визначальними характеристиками Web-СКМ є:

- невимогливість до апаратної складової обчислювальної системи;
- індиферентність до використовуваного браузера;
- простота адміністрування (зняття проблеми підтримки великої інсталяційної бази та ліцензування програмного забезпечення);
- мобільний доступ до навчальних ресурсів, програм і даних та ін.

Сьогодні представниками класу мережних СКМ є MathCAD Application Server (MAS), MapleNet, Matlab Web Server (MWS), webMathematica, wxMaxima та Sage. Проте, не всі із перелічених Web-СКМ можуть бути з легкістю використані для організації самостійної роботи старшокласників за технологіями дистанційного навчання.

Найбільший потенціал щодо організації учнівських досліджень, що включають побудову та оцінку математичної моделі, із застосуванням мережних технологій відмічено у системі Sage, визначальними характеристиками якої є:

- відкритість повнофункціонального Web-сервера системи за адресою <http://www.sagenb.org/>;
- персоналізація роботи за рахунок створення власних Sage-блокнотів;

- організація роботи з Sage-аркушами, як з об'єктами внутрішньої файлової системи;
- інтеграція більше 100 математичних пакетів вузької спеціалізації у єдиному середовищі: PARI, GAP, Singular, Numpy, matplotlib тощо;
- підтримка інтерфейсів до комерційних систем комп'ютерної математики, таких як – Maple, Magma, Mathematica і Matlab;
- виконання на Web-сторінках програм, описаних мовами програмування Python, Lisp, Java та ін.;
- спрощеність процедури публікації робочих аркушів у мережі Інтернет;
- наявність режиму спільної роботи (collaborate) з даними певного робочого аркуша;
- відсутність потреби встановлення спеціального програмного забезпечення для подання математичних виразів у звичній математичній нотації;
- підтримка технологій LaTeX та Wiki;
- мовна локалізація;
- можливість здійснення інтеграції з системами дистанційного навчання [10].

Таким чином, системи комп'ютерної математики, як найбільш досконалі комп'ютерні предметні середовища, можуть бути використані в якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання інформатики та математики як у вищій, так і у середній школі.

Найбільш перспективними сьогодні є мережні системи комп'ютерної математики.

Література

1. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : [монографія] / Юрій Васильович Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.
2. Дьяконов В. П. Компьютерная математика / В. П. Дьяконов // Со-росовский образовательный журнал. Том 7. – 2001. – № 11. – С. 116–121.
3. 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 М. П. Драгоманова, 2008. – №6(13). – С. 12–16.
4. Рафальська М. В. Комп'ютерні технології у навчанні математики [Електронний ресурс] / М. В. Рафальська – Режим доступу : http://www.donnu.edu.ua/mf/heuristic/dist_conf/Рафальська%20М.pdf.

5. Паньков А. В. Применение компьютерных математических систем для решения задач с экономическим содержанием на уроках математики в школе / А. В. Паньков // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена. Аспирантские тетради. – СПб., 2008. – № 37(80). – С. 467–472.

6. Попадьяна С. Ю. Исследовательская работа по алгебре с использованием системы компьютерной математики Mathcad и средства ее реализации в основной и средней школе / С. Ю. Попадьяна // Применение новых технологий в образовании : Материалы XVII Международной конференции (г. Троицк, Московской области, 28–29 июня 2006 г.). – М., 2006. – С.207–208.

7. Ивановский Р. И. Системы компьютерной математики в школе (первый опыт) [Электронный ресурс] / Р. И. Ивановский – Режим доступа : <http://mas.exponenta.ru/Literatura/total.pdf>.

8. Позняк Ю. В. Введение в системы компьютерной математики : Программа курса по выбору для учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования с 12-летним сроком обучения [Электронный ресурс] /Ю. В. Позняк. – Режим доступа: http://academy.edu.by/materials/official/NIO_programm2007/informatika/vvedeniecompmath.doc.

9. Позняк Ю. В. Применение систем компьютерной математики : Программа курса по выбору для учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования с 12-летним сроком обучения [Электронный ресурс] /Ю. В. Позняк. – Режим доступа: http://academy.edu.by/materials/official/NIO_programm2007/informatika/vvedeniecompmath.doc.

10. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навчальний посібник / В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк ; науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. – 2009. – 316 с.