

УДК 681.3.06:378.147

СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ЇХ РОЛЬ У МАТЕМАТИЧНІЙ ОСВІТІ

Сінько Ю.І.**Херсонський державний університет**

У даній статті мова йде про програмні засоби комп'ютерної математики. Розглядається можливість застосування і визначено роль систем комп'ютерної математики в навчанні математики і в математичній освіті.

Ключові слова: програмні засоби, комп'ютерна математика, системи комп'ютерної математики, методика навчання математичних дисциплін, інформаційні навчальні середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За тлумаченнями В.П. Д'яконова, Ю.В. Триуса 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 [2, с.116; 11, с.35].

Широкого поширення набувають різноманітні засоби комп'ютерної математики, зокрема програмні, які називають системами комп'ютерної математики (СКМ).

СКМ – це програмні засоби, за допомогою яких можна автоматизувати виконання як чисельних, так і аналітичних та графічних обчислень і розрахунків. В них акумульовано багатомісячний досвід розвитку математики. За допомогою СКМ користувачі математики здатні розв'язувати навіть досить складні математичні задачі [8].

Значення автоматизації не тільки чисельних, а й аналітичних обчислень розумів академік В.М. Глушков ще на початку 60-х років ХХ століття. Під його керівництвом у Києві були створені перші у світі персональні комп'ютери (точніше, передвісники майбутніх персональних комп'ютерів) серії «Мир» з апаратною реалізацією мов програмування високого рівня та унікальними можливостями виконання чисельних та аналітичних розрахунків. Структурна інтерпретація мов високого рівня МИР і АНАЛІТИК давали змогу одержувати ефективну реалізацію роботи з дійсними числами довільної розрядності, цілими числами необмеженої розрядності, точних операцій над дробовими раціональними числами і ін. Система АНАЛІТИК була однією з перших систем комп'ютерної алгебри, а в мові АНАЛІТИК вперше була використана техніка переписування алгебраїчних виразів (застосування співвідношень), яка в наш час є основою технології декларативного програмування [9]. За швидкістю виконання аналітичних перетворень, їм не було конкурентів.

На жаль, ці новаторські роботи акад. В.М. Глушкова в колишньому СРСР не були підтримані й згодом ініціатива в цій галузі перейшла до західних країн.

Зараз системи комп'ютерної математики (професійного призначення) представлені в основному великими західними фірмами (MathSoft, MathWorks, Waterloo Maple та ін.). Вони стають потужними засобами діяльності як професійних математиків, так і тих, хто використовує математику для побудови й дослідження математичних моделей в різних предметних галузях, зокрема, й в системі освіти [8].

Їх використовують для розв'язування наукових, інженерних, навчальних задач, наочної візуалізації даних і результатів обчислень і як зручні та повні довідники з математичних обчислень. Завдяки потужній графіці, засобам візуального програмування й використанню техніки мультимедіа роль СКМ далеко виходить 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, які учень сам може змінювати та виконувати навчальні дослідження.

Завдяки створенню СКМ професійні математики, а також ті, хто використовує математичні методи, одержали потужні засоби інтенсифікації діяльності. Їх використання дає змогу значною мірою підсилити інтелектуальну діяльність, можливість автоматизувати виконання не тільки чисельних, а й аналітичних (символьних) обчислень та графічних побудов. За допомогою СКМ можна виконувати такі види аналітичних обчислень, як знаходження границь функцій та похідних, обчислення невизначених та визначених інтегралів, розкладання функцій в ряди, розв'язування багатьох класів диференціальних рівнянь в аналітичному поданні, виконання різноманітних спрощень, перетворень, підстановок тощо.

В.П. Д'яконов в [2] виділяє сім основних класів систем комп'ютерної математики: системи для чисельних обчислень, табличні процесори, матричні системи, системи для статистичних, для спеціальних обчислень, системи для аналітичних обчислень (комп'ютерної алгебри), універсальні системи.

За останні кілька десятків років розроблено низку математичних пакетів як спеціалізованих (Eureca, MacMath, StatGraph, Reduse, MacSyma, SketchPad, Cabrs і ін.), так і універсальних (Derive, MathCad, MathLab, Maple, Mathematica, MuPad) [1; 2; 3; 7; 11] зі зручним інтерфейсом, в яких реалізовано значну кількість стандартних та спеціальних математичних операцій та функцій, потужні графічні засоби дво- і тривимірної графіки, власні мови програмування, засоби підготовки математичних текстів для друку, експортування даних в інші програмні продукти та імпортування з них даних для опрацювання. Все це забезпечує широкі можливості для ефективної роботи з пакетами фахівців різних профілів.

Системи комп'ютерної математики активно використовуються у навчальному процесі у всьому світі. Так, згідно даних офіційного сайту розробника системи Mathematica, тисячі університетів з 61 країни є офіційними користувачами системи Mathematica. Серед них такі освітні заклади: Пекінський, Кембриджський, Колумбійський, Гарвардський, Стенфордський, Московський державний, Австралійський національний, Каліфорнійський, Оксфордський університети, Лондонська школа економіки та політичних наук і багато інших. Згідно результатів дослідження, представленого норвезькими науковцями [12], використання систем комп'ютерної математики у навчальному процесі є звершеним фактом, які відмічають ефективність використання таких продуктів. Крім того, дослідники зазначають, що впровадження таких систем у процес навчання повинно бути метою для технічної освіти, та пропонують наступні рекомендації для підвищення ефективності даного процесу: орієнтація на використання єдиного програмного засобу в межах освітнього закладу; побудова курсів, що базуються на математиці, з урахуванням використання відповідної системи; наявність комп'ютерних лабораторій, що дозволять ефективно використовувати програмний засіб.

Все ширшого поширення набувають згадані математичні пакети в системі освіти, зокрема, у ВНЗ в процесі підготовки вчителів математики.

СКМ використовуються як компоненти комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання. Їх використання дає змогу ефективно будувати та досліджувати математичні моделі, проводити навчальні дослідження. Це відповідає Болонському процесу удосконалення вищої освіти. У четвертому пункті Великої Хартії університетів¹⁷, який стосується методології організації навчальних досліджень та освітнього процесу в університетах, зокрема, вказується, що студенти залучаються до участі в наукових дослідженнях і що основним методом навчання є проведення навчальних досліджень у рамках навчальних предметів, які моделюють наукові дослідження у відповідній предметній галузі. Причому форми навчальної роботи постійно вдосконалюються та наближаються до методології відповідної галузі науки. Використання дослідницького підходу стосується не тільки університетської освіти, а й шкільної. Дослідницький підхід в освіті повинен сприяти

¹⁷ <http://www.MagnaCarta.com>

набуттю дослідницьких компетентностей суспільства і тому має максимально спиратися на інформаційні комунікаційні технології (ІКТ) – інфраструктуру суспільства знань[7, с.103].

Отже, підготовка майбутніх учителів математики до використання СКМ як в процесі навчання, так і в подальшій професійній діяльності набуває особливого значення. Тому розробка методик навчання математичних дисциплін з використанням СКМ, створення на їх основі інформаційних навчальних середовищ є досить *актуальною* проблемою.

Автор поділяє думку С.А. Ракова щодо головної проблеми математичної освіти в Україні. Вона на даний момент полягає у складному процесі реформування системи освіти, намаганнях зберегти традиції високого рівня фундаментальності математичних навчальних програм зі збагаченням їх ідеями дослідницьких підходів у навчанні (які включають у себе: постановку задачі, формування та експериментальну перевірку гіпотез, пошук дедуктивних доведень, систематизацію нових знань, метод проектів), учне-центриської освіти, освітніх методів співпраці, міжпредметної та практичної орієнтації навчання математики, розв'язання реально життєво важливих задач[7, с.62].

Крім професійних математичних пакетів (які досить ефективно можуть бути використані у навчальному процесі ВНЗ і значно менше у загальноосвітній школі) створюються спеціальні пакети, основним призначенням яких є підтримка навчання шкільного та університетських курсів математики, використання математичних методів в процесі навчання інших предметів. На основі цих програмних засобів (їх природно віднести також до СКМ) створюють зручне комп'ютерно-орієнтоване навчальне середовище для експериментування в певній математичній галузі (алгебрі, математичному аналізі, планіметрії, стереометрії, теорії ймовірності і математичній статистиці, математичній логіці тощо), надають низку послуг розв'язання типових математичних задач, візуалізації абстракцій[8].

Досить плідними щодо генерування нових ідей, дослідження закономірностей дає використання СКМ, в яких реалізовано режим динамічних параметрів (прямого керованого «неперервного» маніпулювання параметрами комп'ютерної моделі).

Світовими лідерами серед пакетів динамічної геометрії є такі: Cabri (Франція), SketchPad (США), Cinderella (ФРН), Next (ФРН).

Серед пакетів комп'ютерної алгебри: Derive (Нова Зеландія); Mathematica (США); Maple (США); MathCAD (США).

У більшості розвинених країн світу комп'ютерні математичні системи, зокрема пакети динамічної геометрії і комп'ютерної алгебри, є визнаними і прийнятими засобами навчання математики. Україна, на жаль, за різних причин (одна з яких – більшість середніх шкіл і ВНЗ України неспроможні придбати достатню кількість ліцензій таких пакетів для організації навчання) поки що відстає в цьому, але є обґрунтована надія на те, що традиції фундаментальних математичних досліджень, традиції фундаментальності математичної освіти, високий рівень математичної компетентності вчителів математики, зростання рівня комп'ютеризації й інформатизації освіти в Україні дозволять їй посісти гідне місце як за рівнем сучасної компетентної математичної освіти, побудованої на активних формах навчання на основі навчальних досліджень з використанням ІКТ, так і у майбутній світовій спільноті знань[6].

Особливої уваги заслуговують програмні продукти, що створюються українськими розробниками. Саме такі програми розраховані на вітчизняну методичну систему навчання математики. В Україні створено кілька систем комп'ютерної математики, рівень розробки яких відповідає світовим і які рекомендовані Міністерством освіти і науки України для використання у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів. Це, зокрема:

Gran1 (автори М.І. Жалдак, Ю.В. Горошко; Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова) призначена для підтримки навчання алгебри і початків аналізу, стохастичності; містить режим динамічних параметрів);

Gran-2D (автори М.І. Жалдак, О.І. Вітюк; Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова), *DG* (автори С.А. Раков, К.О. Осенко; Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди) – пакети динамічної геометрії;

Gran-3D (автори М.І. Жалдак, О.І. Вітюк; Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова) для підтримки навчання стереометрії, частково – алгебри і початків аналізу;

ТерМ (автор М.С. Львов; Херсонських державний університет) призначено для комп'ютерної підтримки практичних занять з алгебри в загальноосвітній школі.

На базі цих програмних засобів створено програмно-методичні комплекси ПМК *Gran*, *DG*, *ТерМ*, що успішно використовуються в школах і педагогічних університетах України. Досить відомі вони і за межами України.

І все ж головною проблемою на даний час є розробка методик (методичних систем навчання), орієнтованих на використання створених СКМ у навчальному процесі, розробка навчального та методичного забезпечення з питань їх використання в навчальному процесі та відповідна підготовка вчителів, формування у них інформаційної культури.

Відомі кілька пакетів для підтримки навчання математики у ВНЗ. Це, зокрема, *СЛА* (Світ Лінійної Алгебри; розроблено під керівництвом О.В. Співаковського); *WebAlmir* (О.В. Співаковський, В.С. Круглик) – для вивчення лінійної алгебри; інструментальні програмні засоби (*Xtremum*, *XtremumND*, *Extremum*, *Nonline*, *Asimplex*; розроблені під керівництвом Ю.В. Триуса), що призначені для розв'язування задач з методів оптимізації; *Master of Logic* (Ю.В. Триус, К.М. Любченко) – для підтримки навчання елементів математичної логіки.

Таким чином, СКМ можуть досить ефективно використовуватися в системі як середньої, так і вищої освіти, але лише в умовах теоретичного і експериментально обґрунтованих методичних систем навчання. Епізодичне необґрунтоване використання деякого математичного пакета не дає бажаних наслідків. При доборі СКМ слід враховувати також особливості задачі, що розв'язується.

Проблемами створення і впровадження в навчальний процес комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання природничо-математичних дисциплін в школах і ВНЗ досліджували М.І. Жалдак[3], В.І. Ключко [4], С.А. Раков[7], О.В. Співаковський[10], М.С. Львов[5], Ю.В. Триус[11] та ін.

Наявність різноманітних СКМ аж ніяк не означає, що успішно можна розв'язувати математичні задачі без відповідної теоретичної підтримки з математики, наявності вмінь розв'язувати задачі. Отже, СКМ є потужним засобом комп'ютерної підтримки діяльності науковців, учнів, студентів, педагогів, інженерів, але ефективність і методична цінність такого засобу залежить від вмінь застосовувати його[11, с.40]. Тому проблема розробки методик навчання математичних дисциплін з використанням СКМ, гармонійне поєднання традиційних методичних систем навчання з ІКТ залишається *актуальною*.

Використання комп'ютера та інформаційних технологій дають змогу збагатити математичну науку, розширити її застосування, суттєво вплинути на математичну діяльність (зміст, методи, засоби). Що ж до змісту освіти (у тому числі математичної), то слід зазначити, що засвоїти обсяг знань, якого буде достатньо у суспільстві знань, не вдасться, оскільки термін подвоєння знань постійно скорочується. На даний момент за різними оцінками вони складають менше 10 років. Тому доводитиметься вчитися все життя. Таким чином, головним змістом математичної освіти стане не опанування певними алгоритмами розв'язування математичних задач (вони, до речі, досить ефективно розв'язуються за допомогою комп'ютера), а математична компетентність, розуміння і застосування математичних методів дослідження[7, с.5]. Все це, очевидно, повинно враховуватися при розробці методичних систем навчання математичних дисциплін і в середній школі, і у вищій школі.

Висновки.

1. Аналіз систем комп'ютерної математики та існуючих педагогічних програмних засобів для вивчення математики в вищій школі показав, що програмне забезпечення багатьох математичної дисциплін або відсутнє, або можливості його використання дуже обмежені.

2. Як показав огляд, розробка програмних систем підтримки навчання математики в вищій школі привертає увагу як розробників професійних математичних систем, так і

систем, що створюються в університетах для використання в навчальній діяльності. Разом з тим варто зазначити, що ряд аспектів цієї проблеми потребують подальшого дослідження. В методичних системах навчання багатьох математичних дисциплін велику роль відіграють практичні аспекти – цикли практичних занять і лабораторних робіт, самостійна практична робота. Формування практичних умінь та навичок досягається саме тут, і ця частина навчального плану є центральною. Проблема адекватної комп'ютерної підтримки практичних занять менше розроблена і уявляється нам актуальною.

3. Нові інформаційні технології навчання дозволяють повною мірою розкрити педагогічні, дидактичні функції нових технологій навчання, реалізувати закладені в них потенційні можливості. В умовах ще існуючої лекційно-аудиторної системи занять вони найкраще вписуються в навчальний процес, при цьому можуть не змінювати зміст навчання, що визначений освітнім стандартом для базового рівня. Це – технології, що дозволяють при інтеграції в реальний навчально-виховний процес досягати поставлених будь-якою програмою, стандартом цілей за всіма навчальними предметами іншими, альтернативними традиційним методами, зберігаючи при цьому всі досягнення вітчизняної дидактики, педагогічної психології, приватних методик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Говорухин В. Компьютер в математических исследованиях / В.Говорухин, В.Цибулин. – СПб.: Питер, 2001 – 624 с.
2. Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика / В.П.Дьяконов. – М.: Нолидж, 2001. – 1296 с.
3. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів / М.І.Жалдак. – К.: РННЦ “Дініт”, 2003. – 324 с.
4. Клочко В.І. НІТ навчання математики в технічній вищій школі: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Клочко В.І. – Вінниця, 1998. – 396 с.
5. Львов М. Алгебра з комп'ютером / М.Львов, Н.Львова. – К.:Шк. світ, 2007. – 128 с.
6. Програма спеціального курсу “Навчальні дослідження та їх підтримка засобами ІКТ у курсі алгебри і початків аналізу загальноосвітніх навчальних закладів” / [М.І. Жалдак, В.Ю. Биков, Ю.О. Жук та ін.] // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск VI: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2006. – Т. 1: Теорія та методика навчання математики. – 397 с.(С. 12-21).
7. Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: Монографія / С.А.Раков. – Х.:Факт, 2005. – 360 с.
8. 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 ім. М.П.Драгоманова, 2008. – №6(13). – 182 с. (С.12-16).
9. Сергиенко И.В. В.М. Глушков – пионер математической теории вычислительных систем и основатель Института кибернетики НАН Украины / И.В.Сергиенко, Ю.В.Капитонова. – Доклад на международной конференции «Компьютеры в Европе. Прошлое, настоящее, будущее». – Киев, октябрь, 1998 г.
10. Співаковський О.В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей / О.В.Співаковський. – Херсон: Айлант, 2003. – 224 с.
11. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання: Монографія / Ю.В.Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.
12. Ola Royrvik O. Use of computer algebra systems in Norwegian engineering education / Ola Royrvik O., Hornaes H.P. // International Conference on Engineering Education. Oslo, Norway, August 6-10, 2001. – P. 6E7-12.