

**Шляхи і принципи системного введення  
комп'ютерних математичних систем  
у навчальний процес вищого навчального закладу**

На сучасному етапі вузівської освіти, коли велика увага приділяється гуманітаризації і загальнокультурній складовій, скорочується навчальний час, передбачений навчальними планами для фундаментальних дисциплін. Зокрема, на економічних факультетах вузів кількість годин на вивчення основних математичних дисциплін в нових навчальних планах (2004р.) у порівнянні з попередніми (2000 р.) скоротилася на 15%, а в порівнянні з навчальним планом 1978 р. — на 35%. Тому необхідно знаходити шляхи удосконалення процесу навчання. Удосконалення повинно відбуватися одночасно за двома критеріями: критерієм ефективності і якості процесу і критерієм витрат часу педагогів і студентів у процесі навчання. Цілям удосконалення процесу навчання дисциплін математичного циклу може слугувати системне впровадження комп'ютерних математичних систем (КМС) у навчальний процес вузу. Сформулюємо його основні принципи.

1) *Принцип нових задач.* Суть його в тім, щоб не перекладати на комп'ютер традиційно сформовані прийоми і методи, а перебудувати їх відповідно до нових можливостей, що з'являються з впровадженням КМС. На практиці це означає, що при аналізі процесу навчання математичних дисциплін виявляються втрати, що відбуваються від недоліків його організації (недостатній аналіз змісту освіти, недостатнє налагодження міжпредметних зв'язків, слабе знання реальних навчальних можливостей конкретних студентських колективів і т.п.). Відповідно до результату аналізу намічається список задач, що в силу різних причин (великий обсяг, величезні витрати часу і т.п.) не вирішуються на сучасний момент чи вирішуються неповно, але вирішення яких цілком можливе на основі впровадження КМС.

2) *Принцип системного підходу.* Означає, що впровадження КМС повинне здійснюватися на системно-методичному аналізі групи математичних дисциплін: повинна бути проведена структуризація, що виявляє розділи навчальних курсів, вивчення яких доцільно вести за новою технологією.

3) *Принцип максимальної розумної мінімізації проектних рішень.* Це означає, що при розробці програмних засобів навчального призначення на базі КМС виконавцям варто прагнути того, щоб запропоновані ними рішення були придатні для розв'язування можливо більш широкого кола предметних задач.

4) *Принцип постійного розвитку системи.* В міру розвитку окремих предметних методик навчання і виникнення нових задач інформаційна база повинна піддаватися перекомпонуванню, але не кардинальній перебудові.

5) *Принцип єдиної інформаційної бази.* Його зміст полягає у виключенні невиправданого дублювання відомостей, що накопичуються в системі. Функціональний підхід у програмуванні, закладений у системі *Математика*, і її відкритість для користувача дозволяють створювати пакети стандартних доповнень, що можуть використовуватися зовсім незалежно один від одного. Але доцільніше інший підхід, коли нові стандартні доповнення ґрунтуються на вже створених чи навіть є їх продовженнями.

Характерною рисою КМС і їхньою відмінністю від традиційних навчальних програм і інструментальних педагогічних систем є те, що вони дозволяють викладачеві здійснювати навчання на якісно більш високому рівні використання конструктивно-комбінаторних можливостей. Використання КМС не обов'язково вимагає створення принципово нової (чисто "комп'ютерної") методики, а припускають органічне поєднання звичних форм і прийомів роботи з інноваційними підходами і способами, створюючи середовище для розширення методичного інструментарію викладача, але не його руйнацію.

Комп'ютерні математичні системи мають широкий спектр застосувань, що відрізняються інваріантністю і модульністю, а це в свою чергу забезпечує можливість практично кожному педагогу, за умови його оволодіння правилами роботи з даною КМС, реалізувати свої індивідуальні можливості в побудові стратегії і тактики навчання.

Відмітна риса КМС — їхня поліфункціональність. *Комп'ютерні математичні системи, як засоби НІТ, призначені для забезпечення кількох груп послуг: довідково-інформаційних послуг, виконання обчислювальних та графічних операцій програмування, комунікативних і конструктивно-комбінаторних.*

*Довідково-інформаційні послуги* КМС забезпечуються тим, що ці системи зберігають великі обсяги відомостей в структурованому вигляді і допускають оперативний доступ користувача до них. Довідково-інформаційні послуги реалізуються за сервісним принципом, тобто користувачеві не дозволяється введення нових довідкових матеріалів. У той же час є можливість створювати нові інформаційні блоки, оформляючи їх як пакети стандартних доповнень; при звертанні до відомостей, що містяться в них, необхідне попереднє під'єднання цих пакетів.

*Обчислювальні послуги.* Типи виконуваних за допомогою комп'ютерних математичних систем обчислювальних операцій можна підрозділити на чисельні обчислення (точні і наближені), символічні перетворення (такі, як відшукування невизначених інтегралів і т.п.), графічні (побудова всіляких графіків

на площині, у просторі і на поверхнях за їхнім аналітичним заданням різними способами – явним рівнянням, неявним рівнянням, параметричними рівняннями й ін.). Особливість точних чисельних обчислень за допомогою КМС полягає в тому, що вони виконуються з будь-якою розрядністю чисел, а наближені обчислення – з будь-якою заданою точністю.

Групу функцій *мов програмування* складає інструментарій з розробки програм будь-якої складності і спрямованості в одному з трьох стилів програмування (функціональному, за правилами перетворень, процедурному) чи при їхньому сполученні: це шаблони і чисті функції, засоби для організації кратного застосування функцій, засоби глобальних і локальних присвоєнь, засоби для організації рекурсії, процедури і блоки, функції для локалізації змінних у програмі, оператори для організації циклів і умовних переходів, функції контролю за плином програми, функції для створення баз даних і роботи з ними, механізм контекстів для забезпечення відсутності конфліктів символів, функції для задання взаємозалежностей пакетів стандартних доповнень, функції конвертування програм з мови *Математика* на мови C, FORTRAN, Pascal, BASIC, і навпаки. Це дуже важлива група функцій, що створює передумови для розробки в середовищі *Математика* програмних продуктів навчального призначення.

Група *комунікативних* функцій КМС включає усі форми комунікацій за допомогою ЕОМ і спрямована на забезпечення організаційних форм навчання, вибір режимів спілкування і взаємодії (з викладачем, внутрігрупового), трансляції предметного змісту і зв'язку між всіма учасниками навчального процесу. Комп'ютери всіх учасників навчального процесу можуть бути об'єднані в мережу і при бажанні працювати від одного ядра (процесуального модуля) системи. Можливий вихід на конкретну адресу Інтернет чи електронної пошти. Якісний рівень комунікативності КМС породжує відповідні умови виникнення внутрішньо мотивованої і доцільної діяльності для всіх учасників навчального процесу, їх природного включення в освоєння предметного змісту. Забезпечення такої функції в КМС знімає проблему зовнішньої цікавості, штучно і формально підтримує інтерес і активність студентів.

Група *конструктивно-комбінаторних* функцій пов'язана з реалізацією можливостей використання КМС як засобів пред'явлення предметного змісту. Завдяки цій групі функцій забезпечується функціонуванням предметного середовища як світу об'єктів, з якими працює користувач.

Міра адаптивності КМС відповідає їх багатим конструктивно-комбінаторним функціям, що забезпечуються повнотою всього комплексу елементів середовища, системністю їхніх зв'язків, широкою варіативністю матеріалу, потенційних дій і операцій, засобами перетворення одних в інші, наявністю спектра моделей і схем разом із прийомами їхньої трансформації, згортання і розгортання і т.д. Так, введення даних у систему можливе кількома альтернативними способами: за допомогою спеціальних службових (так званих вбудованих) функцій чи системи в традиційних математичних позначеннях (для добору яких є дванадцять палітр, кожна з яких легко задіяти в будь-який момент роботи; якщо користувач вважає набір знаків на цих палітрах недостатнім, він може створити додаткові палітри).

Проектування КМС із зазначеними групами функцій являє собою багатопланову задачу. Воно потребує інтегрованих зусиль фахівців високої кваліфікації і різної спеціалізації. Наприклад, *Математика 3.0* написана мовою програмування Сі і містить більш 200000 рядків. Принцип відкритості системи дозволяє розширювати її далі, пристосовуючи до конкретних дослідницьких і педагогічних задач. Очевидно, що використання подібних високотехнологічних програмних продуктів відкриває широкі перспективи удосконалення процесу навчання, і насамперед у вузах, тому що рівень інформаційної підготовки педагогічних кадрів і студентського контингенту там значно вищий, ніж у середній школі.

Традиційна дисципліно орієнтована система навчання, у якій предметом вивчення є концепції, теорії, закони, правила, що існують у рамках конкретної навчальної дисципліни, є провідною вже не одне сторіччя. Зараз, коли застосування комп'ютерів у навчанні ще практично не набуло широкого розповсюдження, варто розглядати КМС як засіб підтримки традиційного навчального процесу. Однак даний підхід не означає ігнорування інших концепцій їхнього застосування в навчальному процесі. На основі КМС можна розробляти цілісні комп'ютерні курси, зовсім нові й орієнтовані на новітні інтерактивні технології. Ці курси можуть суттєво відрізнитися від існуючих як за формою і змістом, так і за функціями викладача. Але настільки масштабні задачі створення нових цілісних комп'ютерних курсів — справа майбутнього. На сучасному етапі необхідно набути відповідний досвід як розроблювачам педагогічних програмних продуктів, так і їх користувачам. Накопиченню цього досвіду і буде служити застосування КМС у рамках комп'ютерної підтримки традиційного навчального процесу.

Програмні засоби, орієнтовані на розв'язування математичних задач (при цьому під математичною розуміється будь-яка задача, алгоритм якої може бути описаний у термінах того чи іншого розділу математики), розроблені на даний час, дуже великі й умовно можуть бути поділені на шість рівнів:

- 1) вбудовані засоби різного ступеня розвитку тієї чи іншої системи програмування;
- 2) спеціальні мови програмування;
- 3) вузькоспеціальні системи комп'ютерної алгебри (СКА);
- 4) спеціальні СКА;
- 5) загальні СКА;
- 6) комп'ютерні математичні системи.

До першого рівня можуть бути віднесені такі системи програмування, як Basic, C, PL/1, Pascal-XSC і ін., до другого — Fortran, ISETL, Prolog і ін. Третій рівень може бути представлений як бібліотеками математичних продпрограм (SSP, NAG, ПНП-БИМ і ін.), так і вузькоспеціальними пакетами MacMath, Phaser, VossPlot, Eureka і ін. До четвертого рівня відносяться такі пакети, як S-Plus, XploRe, SAS, StatGraf, SPSS, Dynamics, BMDP, PL/1-Formac, Systat і ін.

П'ятий рівень представляють системи комп'ютерної алгебри Derive, REDUCE, Macsyma, MatLab, MathCAD.

Сучасний розвиток комп'ютерних технологій, орієнтованих на створення інтегрованих пакетів multimedia-технологій, привело до появи комп'ютерних математичних систем, до яких відносяться Maple V фірми Waterloo Maple Software Inc. і Mathematica (4.0,4.2 і 5.0) фірми Wolfram Research Inc. (надалі: *Математика*). Дані пакети перевершують за цілим рядом показників засоби п'ятого рівня і разом з тим успадковують ряд їхніх стандартів. Основна їхня відмінність від систем п'ятого рівня — наявність вбудованої розвиненої мови програмування.

Системи комп'ютерної алгебри численні, але ледве більш десятка з них є сучасними, загальними і досить розповсюдженими. СКА відрізняються кількістю вбудованих функцій; у деяких системах їх є кілька десятків, в інших — кілька тисяч. Внутрішні структури цих систем значно відрізняються одна від одної. Але всі СКА мають наступні загальні властивості:

- вони містять набір так званих вбудованих функцій (базисних передпрограмованих команд), призначених для обчислень (чисельних, символьних, графічних);
- робота користувача з вбудованими функціями відбувається в керованому режимі: користувач втручається в хід обчислень у будь-який час;
- вхідними даними є математичні вирази, у яких принаймні вихідне представлення витримане в стандартних математичних позначеннях; введення цих даних у систему виконується або в тому ж вигляді, або з використанням специфічного для кожної конкретної СКА синтаксису;
- мова користувача — сукупність вбудованих функцій і їхніх опцій, а в деяких СКА — можливість визначення процедур за допомогою операторів класичних мов програмування (If, While та ін.);
- мова реалізації системи прихована від користувача (міститься в так званому обчислювальному ядрі системи); це найчастіше C чи Lisp (іноді Pascal);
- обчислювальне ядро має структуру списку чи дерева, а управління пам'яттю — динамічне, з автоматичним відновленням доступного простору;
- СКА в більшості є відкритими для користувача системами, тобто користувач може створювати нові функції на основі вбудованих функцій.

Комп'ютерні математичні системи надають у розпорядження користувача розвинену вбудовану мову програмування надвисокого рівня, що дозволяє розширювати клас задач, охоплених вбудованими функціями, і розв'язувати такі задачі, які неможливо розв'язати в рамках використання вбудованих функцій.

Для обґрунтування вибору системи *Математика* як основи НІТ у навчанні математичних дисциплін у педагогічному вузі ми керувалися засадами навчання. Комп'ютерна система *Математика* відображає у своєму функціональному наповненні найбільш значимі як у теоретичному, так і в практичному відношенні наукові дані, задовольняє дидактичним критеріям науковості, доступності і можливості реалізації розвиваючих функцій навчання. Складна структура системи *Математика* складається з трьох компонентів: виконуючої системи, бази знань і інтелектуального інтерфейсу. Як методика практичного використання КМС рекомендується універсальний підхід, що полягає у вивченні студентом-математиком системи *Математика* (чи іншого конкретного КМС) з метою широкого її застосування для розв'язування різних навчальних і наукових задач.

Порівнюючи процеси розв'язування однієї і тієї ж предметної задачі в системі *Математика* й у середовищі безпосереднього програмування, ми враховували особливості обчислювального процесу в них. В усіх випадках перевага стосовно простоти роботи, швидкодії (у десятки і сотні разів), ексклюзивності багатьох можливостей була на боці системи *Математика*.

Наші дослідження підтверджують, що комп'ютерна техніка може стати ефективним засобом інтенсифікації професійно-методичної підготовки майбутніх економістів і їхнього інтелектуального розвитку при виконанні наступних умов:

1. Організація навчального процесу, при якій педагогічно виправдано і доцільно поєднуються комп'ютерні і традиційні форми учбово-пізнавальної діяльності студентів-економістів і вносяться відповідні зміни у діяльність викладача щодо управління навчальним процесом.
2. Використання комп'ютерного навчання там, де його дидактичні застосування виявляються ефективнішими і педагогічний потенціал виявляється вищим в порівнянні з традиційним навчанням.
3. Спеціальне проектування комп'ютерних навчальних посібників з математичних дисциплін (комп'ютерних підручників, комп'ютерних фрагментів окремих розділів навчального матеріалу), що забезпечують замкнутий і спрямований характер управління пізнавальною діяльністю студентів-економістів з врахуванням як загальних закономірностей побудови процесу навчання, так і специфічних умов його комп'ютеризації.
4. Систематичне використання комп'ютерної техніки під час навчання студентів-економістів у вищому навчальному закладі.

Основними напрямками інформатизації професійної підготовки студентів-економістів на сучасному етапі є:

- орієнтація використання ПК на активні методи навчання, тобто вирішення проблем навчання через "відкриття", аналіз фактичного матеріалу, за допомогою комп'ютера;
- зменшення часу фронтального навчання на користь самостійної діяльності студентів;
- перехід від застосування комп'ютерної техніки для репродуктивного навчання до навчання, спрямованого на вироблення навичок дослідницької діяльності студентів;
- удосконалювання комп'ютеризованих навчальних процесів за допомогою механізмів самостійного управління пізнавальною діяльністю і у зв'язку з цим передавання деяких керуючих функцій (вибір навчальної задачі, характер і міра допомоги) з компетенції викладача самому студенту.

Застосування наших розробок і наші дослідження показали, що використання системи *Математика* в навчальному процесі приводить до скорочення часу на оволодіння навчальним матеріалом, підвищення міцності знань і поліпшення їхньої якості, розвитку емоційної і мотиваційної

сфери студентів-економістів, формування позитивних якостей особистості, підвищення інтересу до математики. Вони підтверджують, що за допомогою системи *Математика* може бути спроектований (запрограмований) вискоелективний дидактичний процес, спрямований на засвоєння складних видів навчальної діяльності. Це виявляється в наступному:

- навчання за допомогою системи *Математика* забезпечує успішну пізнавальну діяльність кожного студента відповідно до поставленої мети та його рівня підготовленості і здібностей;
- у навчанні з використанням КМС можуть бути реалізовані дидактичні системи управління пізнавальною діяльністю студентів, що не мають обмежень і стосуються можливого рівня засвоєння інтегративних знань.

Використання системи *Математика* в процесі проблемного навчання, можливість опрацювання й аналізу великих обсягів математичного матеріалу з її допомогою, моделювання математичних об'єктів дозволяє якісно змінити процес навчання, підвищити засвоєння знань до евристичного і дослідницького рівнів і робить систему *Математика* ефективним засобом для розвитку інтелектуальних здібностей студентів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Аладьев В. З., Шишаков М. Л. Введение в среду пакета Mathematica 2.2 – М.: Информационно-издательский дом "Филинь", 1997. -368с.: ил.
2. Братчиков И. Л., Марусева И. В., Казаков А. Ю. Теория и практика автоматизации учебного процесса. Ч. 1, ч. 2. – СПб.: Образование, 1993.
3. Свириденко С.С. Современные информационные технологии. –М.: Радио с связь, 1990. – 304 с.