

**Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання методів
обчислень у педагогічному університеті**

Актуальною проблемою є проблема обґрунтування, розробки та експериментальної перевірки ефективності комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних, інформатичних дисциплін у педагогічному університеті, використання яких надасть можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів і підвищити рівень їхніх природничо-математичних та інформатичних компетентностей [1; 2].

Однією з дисциплін, процес навчання якої відіграє важливу роль у оволодінні студентами математичних та інформатичних спеціальностей педагогічних університетів основними математичними методами (зокрема чисельними) аналізу і моделювання різноманітних економічних, виробничих, технічних процесів та явищ є курс «Методи обчислень».

Питання методичної системи навчання дисципліни «Методи обчислень» та активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі її навчання досліджували Т. В. Белявцева, Л. І. Білоусова, М. В. Каневська, О. Г. Колгатін, І. А. Кузнєцова, Ю. Г. Лотюк, М. Я. Лященко, І. М. Пальчикова, Ю. С. Рамський, О. О. Рябухіна, С. О. Семеріков, Т. А. Степанова, А. А. Сушенцов, Г. М. Федченко та ін.

Широке розповсюдження засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) спричинює необхідність перегляду процесу навчання методів обчислень у педагогічному університеті, уточнення окремих компонентів методичної системи навчання (МСН) цієї дисципліни, створенні комп'ютерно-орієнтованої методичної систем навчання методів обчислень. Цим питанням і присвячена стаття.

У дослідженні [3] розроблено і науково обґрунтовано окремі компоненти (зміст, засоби, методи, форми організації навчання) комп'ютерно-

орієнтованої методичної системи навчання методів обчислень. Взаємозв'язки між цими компонентами МСН методів обчислень подано на рис. 1.

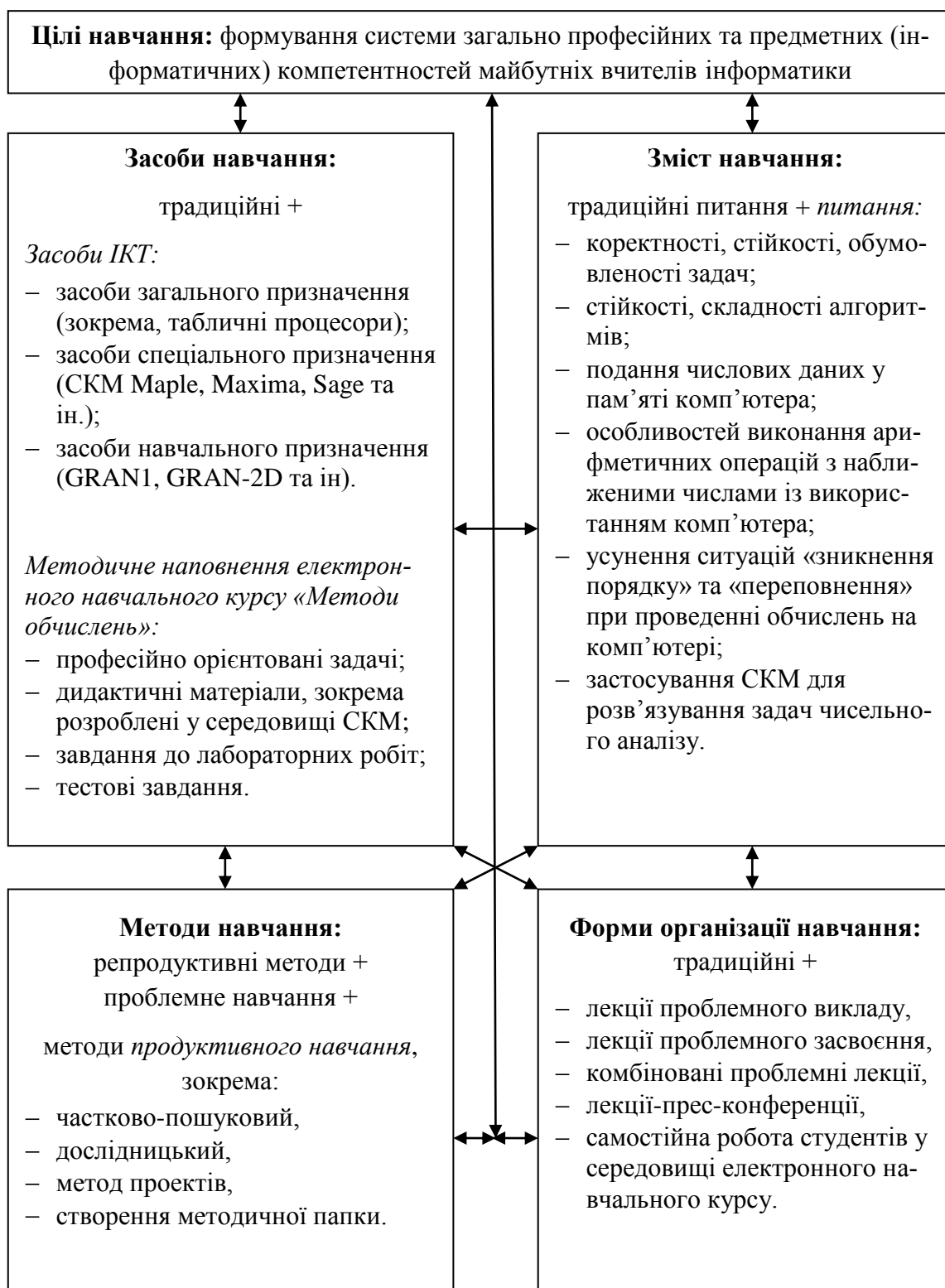


Рис. 1.

Зазначимо, що під традиційними засобами ми розуміємо наочні та технічні засоби навчання, підручники і посібники, дидактичні матеріали; під традиційними формами організації навчання – лекції, практичні заняття, се-

мінари, лабораторні роботи, навчальні дискусії, самостійну роботу студентів, поточні та підсумкові форми контролю [1, 23].

У процесі навчання методів обчислень за розробленою комп'ютерно-орієнтованою МСН пропонується систематичне, педагогічно доцільне та виважене використання засобів ІКТ: засобів загального призначення (зокрема, табличних процесорів), спеціального призначення (зокрема, систем комп'ютерної математики), зокрема навчального призначення (програмних засобів GRAN1, GRAN-2D). При цьому поділяємо думку академіка М. І. Жалдака [4] про неантагоністичне впровадження засобів ІКТ у існуючу дидактичну систему, їх гармонійне використання разом з традиційними засобами навчання для реалізації цілей навчання.

Студенти, оволодівши навичками та вміннями працювати у середовищі зазначених засобів на молодших курсах, у процесі навчання методів обчислень мають змогу застосувати набутий досвід, ознайомитися із можливостями використання цих засобів для розв'язування задач чисельного аналізу. Зокрема, у процесі навчання методів обчислень студенти можуть використовувати засоби табличних процесорів для виконання обчислень з матрицями, розв'язування оптимізаційних задач, опрацювання експериментальних даних тощо. Програмні засоби GRAN1, GRAN-2D доцільно використовувати при розв'язуванні таких задач чисельного аналізу як: відокремлення коренів нелінійних рівнянь графічним способом; розв'язування задачі лінійного програмування для випадку цільової функції від двох змінних графічним способом; розв'язування задач опуклого програмування графічним способом; побудова інтерполяційного многочлена для функції, що задана таблично; опрацювання експериментальних даних; побудова емпіричних формул тощо.

Системи комп'ютерної математики (СКМ) – програмні засоби для здійснення чисельних, аналітичних обчислень, побудови графіків. У них реалізовано значну кількість алгоритмів розв'язування різних класів математичних задач, у тому числі наближених. Використання декількох СКМ у процесі навчання методів обчислень (наприклад, Maple [5], Maxima [6], Sage [7] та ін.)

дає змогу уникнути помилок у результатах, сформувати у студентів вміння добирати систему відповідно до особливостей задачі, що розв'язується.

Студентів доцільно ознайомити з можливостями використання СКМ для чисельного розв'язування нелінійних рівнянь, систем лінійних рівнянь, лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь, систем диференціальних рівнянь, задач наближення функцій, чисельного диференціювання та інтегрування, розв'язування задач оптимізації, опрацювання експериментальних даних тощо. Разом з тим, наявність зазначених засобів СКМ не звільняє від необхідності опанування студентами методами наближеного розв'язування задач. Не оволодівши прийомами побудови обчислювальних алгоритмів, їх реалізації з використанням комп'ютера, майбутні вчителі математики та інформатики, швидше всього, зіткнуться з труднощами при розв'язанні реальних практичних задач, не зможуть кваліфіковано проводити обчислювальні експерименти, теоретичні та прикладні дослідження.

Вивчення студентами чисельних методів розв'язування математичних задач доцільно організувати на основі аналізу їх комп'ютерних моделей, розроблених у середовищі СКМ, проведення комп'ютерних експериментів (коли на основі одержаних чисельних результатів, їх аналізу і систематизації студенти виявляють закономірності, формулюють відповідні твердження, підтверджують або спростовують висунуті гіпотези). При цьому, в залежності від рівня сформованості інформатичних компетентностей студентів, викладач або пропонує студентам для дослідження готові комп'ютерні моделі реалізації чисельних методів розв'язування математичних задач, або студенти самостійно розробляють і досліджують такі моделі, на основі чого роблять висновки щодо особливостей застосування чисельних методів у різних ситуаціях, їх стійкості, швидкості збіжності тощо.

З метою комп'ютерної підтримки навчання курсу «Методи обчислень» у середовищі СКМ Maple розроблено дидактичні матеріали, що містять теоретичні положення навчальної дисципліни, приклади реалізації методів чисельного аналізу (з використанням як команд СКМ, так і операторів реалізова-

ної у системі мови програмування), графічні ілюстрації методів чисельного розв'язування задач тощо (рис. 2). При цьому студенти можуть обирати рівень опанування навчальним матеріалом.

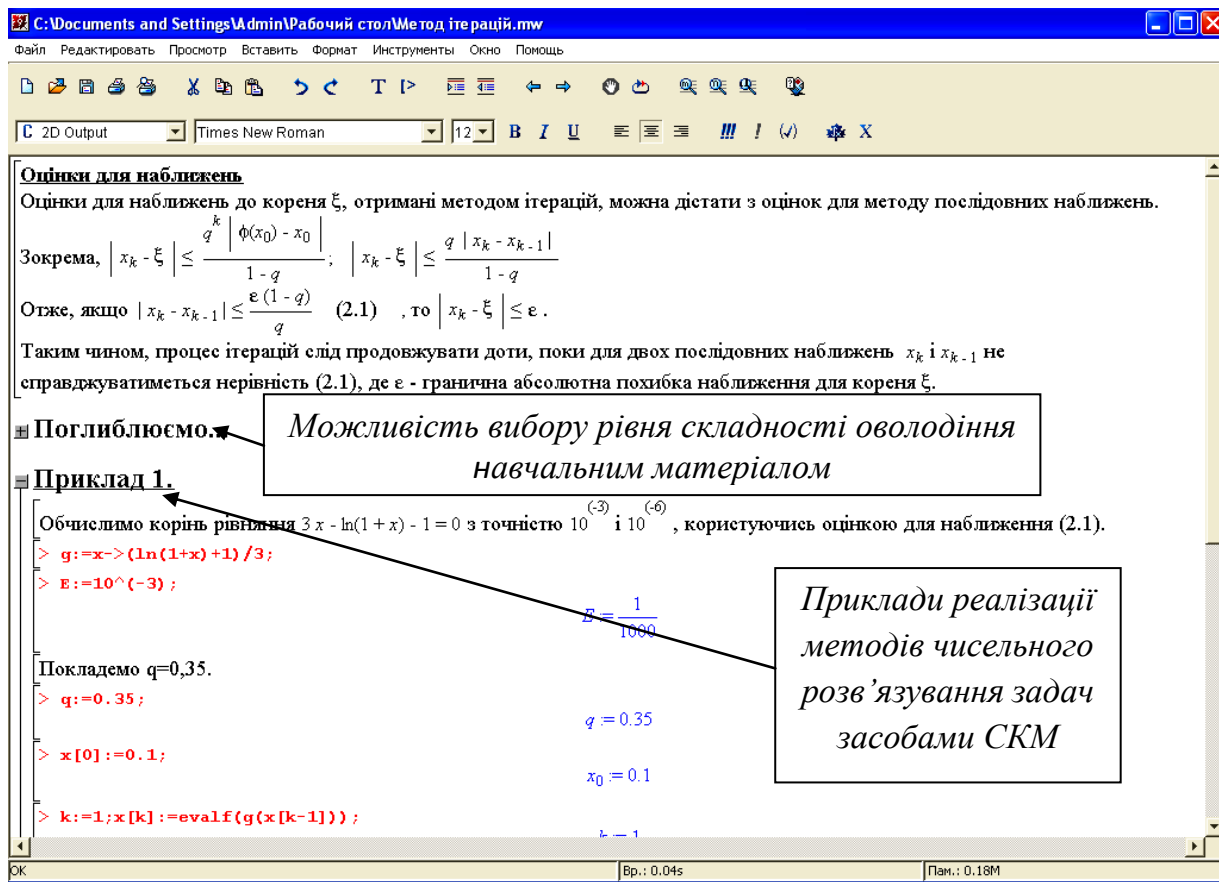


Рис. 2.

Передбачається використання розроблених дидактичних матеріалів на різних етапах навчання методів обчислень: на етапі ознайомлення з новим матеріалом, після прослуховування студентами лекції з метою закріплення матеріалу, при підготовці до лабораторних, контрольних робіт, колоквиуму, екзамену з дисципліни.

Використовуючи розроблені дидактичні матеріали на етапі ознайомлення з новим матеріалом, студенти до лекції знайомляться з основними теоретичними положеннями теми, розглядають та аналізують запропоновані приклади. На лекції студенти ставлять викладачу запитання стосовно того, що їм було незрозуміло з опрацьованого матеріалу. Рівень засвоєння навчального матеріалу на лекції у цьому випадку досить високий, оскільки зменшується негативний вплив поєднання механічної діяльності (конспектування) та ро-

зумового сприйняття матеріалу внаслідок збільшення часу первинного сприйняття матеріалу.

Якщо рівень підготовки студентів групи – високий, то можна провести лекцію – прес-конференцію. Перед лекцією студенти опрацьовують навчальний матеріал, використовуючи дидактичні матеріали, на початку лекції впродовж декількох хвилин студенти передають запитання у письмовій формі викладачу. Викладач, переглянувши і відсортуювавши запитання, починає лекцію, розглядаючи лише ті питання, що викликали труднощі у студентів. Це дає змогу інтенсифікувати процес навчання, залучити студентів до активної діяльності щодо оволодіння змістом курсу, процесу здобуття нових знань, ознайомити з новою для студентів формою організації навчальних занять. Наприклад, студенти самостійно розглядають приклади практичних задач у галузі виробництва, економіки, технологій на пошук екстремуму, а на лекції, присвяченій розв'язанню задач оптимізації, задають запитання щодо тих типів задач, розв'язання яких незрозуміле для них, щодо особливостей їх розв'язування за допомогою комп'ютера тощо.

Використання засобів ІКТ у процесі навчання методів обчислень дає змогу шляхом звільнення від рутинної роботи інтенсифікувати процес навчання, включити до змісту навчання задачі практичного змісту, задачі на дослідження, задачі майбутньої професійної діяльності. Крім того, застосування засобів ІКТ суттєво впливає на всі компоненти МСН методів обчислень, відкриває широкі можливості для використання у процесі навчання методів проблемного, продуктивного навчання, методу проектів, ситуаційного навчання та ін.

Підвищенню ефективності засвоєння студентами основних понять курсу «Методи обчислень», формуванню в них інформатичних компетентностей сприяє створення на лекціях з методів обчислень проблемних ситуацій. Р. А. Нізамов розрізняє такі типи проблемних лекцій [8, 208]:

- лекції проблемного викладу (викладач на лекції порушує проблеми і самостійно їх розв'язує, показуючи тим самим процес пізнання; студенти

слідкують за ходом міркувань викладача, тим, які способи діяльності він застосовує для розв'язання проблеми);

- лекції проблемного засвоєння (студенти опановують навчальний матеріал шляхом розв'язування проблем (самостійного або з допомогою викладача), які формулює викладач або самі ж студенти);
- комбіновані проблемні лекції (проблемний виклад поєднується з проблемним засвоєнням).

Прикладом лекції проблемного викладу з методів обчислень може бути лекція на тему «Обумовленість задач. Стійкість алгоритмів» [9]. Викладач на початку лекції наводить приклади погано обумовлених задач, нестійких алгоритмів і пропонує студентам з'ясувати причини накопичення похибки у результаті.

Приклад. У процесі розв'язування системи рівнянь

$$\begin{cases} 13,1x_1 + 2,7x_2 = 13,1, \\ 17,9x_1 + 3,7x_2 = 17,9 \end{cases}$$

у середовищі СКМ Maxima були отримані такі результати:

```
(%i1) M:matrix([13.1,2.7],[17.9,3.7]);
```

```
(%o1)  $\begin{bmatrix} 13.1 & 2.7 \\ 17.9 & 3.7 \end{bmatrix}$ 
```

```
(%i2) B1:matrix([13.1,17.9]);
```

```
(%o2)  $\begin{bmatrix} 13.1 & 17.9 \end{bmatrix}$ 
```

```
(%i3) invert(M).B1;
```

```
(%o3)  $\begin{bmatrix} & & 1.0 \\ -2.2737367544323206 & 10^{-13} & \end{bmatrix}$ 
```

Після цього внесли похибку у стовпчик вільних членів, замінивши в першому рівнянні коефіцієнт 13,1 на 13,11. В результаті розв'язування збуреної системи отримали такий розв'язок:

```
(%i7) B2:matrix([13.11,17.9]);
```

```
(%o7)  $\begin{bmatrix} 13.11 & 17.9 \end{bmatrix}$ 
```

```
(%i8) invert (M) .B2;
(%o8) 
$$\begin{bmatrix} 1.264285714285677 \\ -1.278571428571695 \end{bmatrix}$$

```

Відносна похибка розв'язку, при цьому, зросла в порівнянні з відносною похибкою вхідних даних (правої частини) у 4782,86 разів.

Студентам пропонується відповісти на запитання щодо причини виникнення такої ситуації (збільшення похибки розв'язку). Як показує практика, це викликає в них труднощі, тому викладач самостійно аналізує застосований алгоритм розв'язування задачі, досліджує задачу на чутливість до похибок у вхідних даних після чого вводить поняття обумовленості матриці, ознайомлює студентів зі способами дослідження матриць на обумовленість з використанням СКМ.

При розгляді теми «Чисельне інтегрування функцій» [10, 159-192; 11, 187-214] викладач може поставити перед студентам питання щодо: геометричної інтерпретації обчислення наближеного значення інтеграла від неперервної функції $f(x)$ на відрізку $[a ; b]$ за допомогою квадратурних формул лівих, правих, середніх прямокутників, трапецій, Сімпсона; залежності точності обчислення значення інтеграла на відрізку $[a ; b]$ з використанням квадратурних формул від кількості частин, на які поділяють відрізок інтегрування; порівняння точності квадратурних формул лівих, правих, середніх прямокутників, трапецій, Сімпсона; існування випадків, коли в результаті обчислення інтеграла від неперервної функції $f(x)$ на відрізку $[a ; b]$ за квадратурними формулами отримують точне значення тощо.

Для відповіді на ці питання, при наявності відповідного апаратного і програмного забезпечення у лекційній аудиторії, викладач може запропонувати студентам скористатися тренажером *Approximate Integration* СКМ Maple (рис. 3). Для цього слід скористатися командою:

```
with(Student [ Calculus1 ] ) : ApproximateIntTutor ( );
```

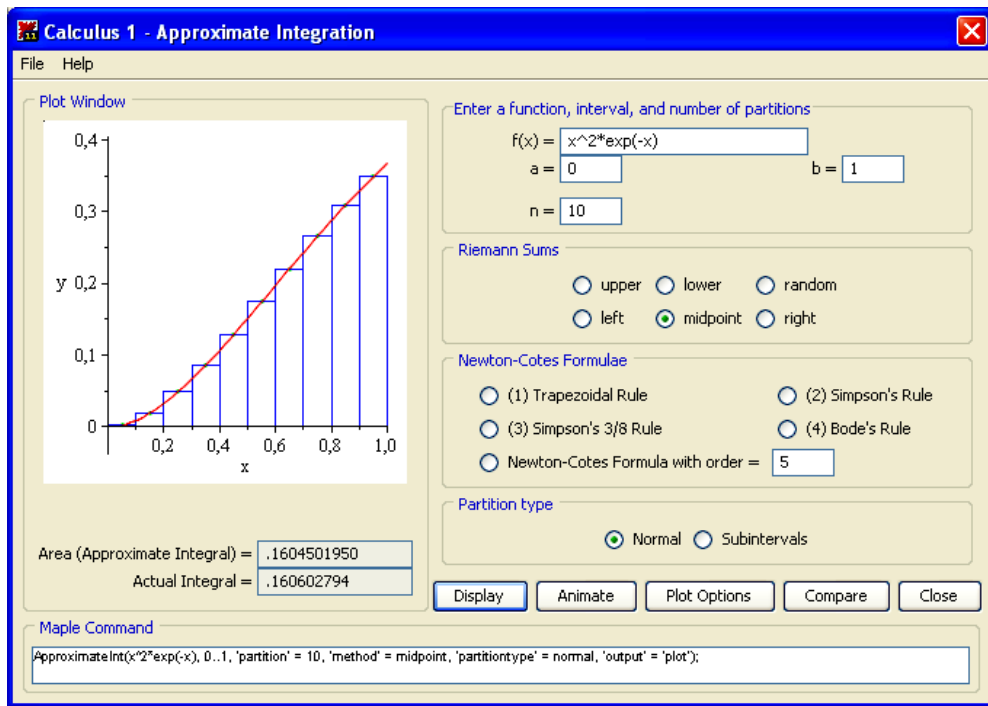



Рис. 3

У вікні тренажера студенти можуть ввести аналітичний вираз функції, проміжок інтегрування, кількість відрізків розбиття цього проміжку, обрати тип квадратурних формул. При зверненні до послуги *Display* у полі *Approximate Integral* буде виведено значення інтеграла, обчислене за квадратурними формулами, а у полі *Plot Window* – відповідна графічна ілюстрація. Одержане значення інтеграла можна порівняти зі значення інтеграла, обчисленим з точністю 10^{-9} (що виводиться у полі *Actual Integral*). На рис. 3 подана графічна ілюстрація обчислення наближеного значення інтеграла від функції $y = x^2 e^{-x}$ на $[0 ; 1]$ за формулами середніх прямокутників.

При зверненні до послуги *Animate*, процес поділу проміжку інтегрування на частини ($n=10, 20, 40, 80, 160, 320$) і побудова відповідної геометричної ілюстрації буде здійснюватися автоматично.

Використання тренажера СКМ Maple надає студентам можливість проаналізувати обчислення наближеного значення інтеграла при різних початкових даних (різних функціях, значеннях меж інтегрування, кількості проміжків розбиття відрізка інтегрування, типу квадратурних формул), узагальнити одержані чисельні результати, і, таким чином, відповісти на поставлені запитання. Лекція у цьому випадку стає лекцією проблемного засвоєння.

Використання засобів ІКТ на лекціях з методів обчислень для унаочнення абстрактних понять сприяє підвищенню рівня їх засвоєння студентами, активізує навчально-пізнавальну діяльність студентів. Крім того, викладач, застосовуючи на лекціях з методів обчислень засоби ІКТ, знайомить майбутніх вчителів інформатики із послугами програм загального та спеціального призначення (зокрема, навчального) для розв'язування задач чисельного аналізу, окреслює шляхи використання цих засобів у навчальному процесі, що сприяє формуванню інформатичних компетентностей студентів.

Розроблені дидактичні матеріали, протоколи лабораторних, професійно орієнтовані завдання, контрольні запитання розміщено у електронному навчальному курсі (ЕНК) «Методи обчислень» (www.moodle.ii.npu.edu.ua), що створено на основі системи управління навчальними ресурсами Moodle (рис. 4). Студенти використовують розроблений ЕНК у аудиторний та позааудиторний час, під час самостійної роботи, завантажуючи навчальні ресурси та методичні рекомендації щодо їх опанування, наповнюючи глосарії курсу тлумаченнями основних понять, проходячи тестування за змістом навчальних модулів та всього курсу. До ЕНК також включено робочу програму, дидактичну картку навчальної дисципліни; календарний план; шкалу оцінювання навчальних досягнень студентів; список рекомендованої літератури та Інтернет-ресурсів; словник основних термінів з навчальної дисципліни; перелік тем навчальних та дослідницьких проектів. Все це надає студентам можливість організувати свою роботу щодо оволодіння змістом курсу на обраному ними рівні складності, у тому числі з використанням засобів ІКТ, побудувати індивідуальні освітні маршрути.

Використання у процесі навчання методів обчислень ЕНК сприяє формуванню самостійності студентів, здатностей до самонавчання і саморозвитку, набуттю досвіду використання систем електронного навчання у власній навчально-пізнавальній діяльності, а також ознайомленню із методами та способами застосування цих систем у навчальному процесі.

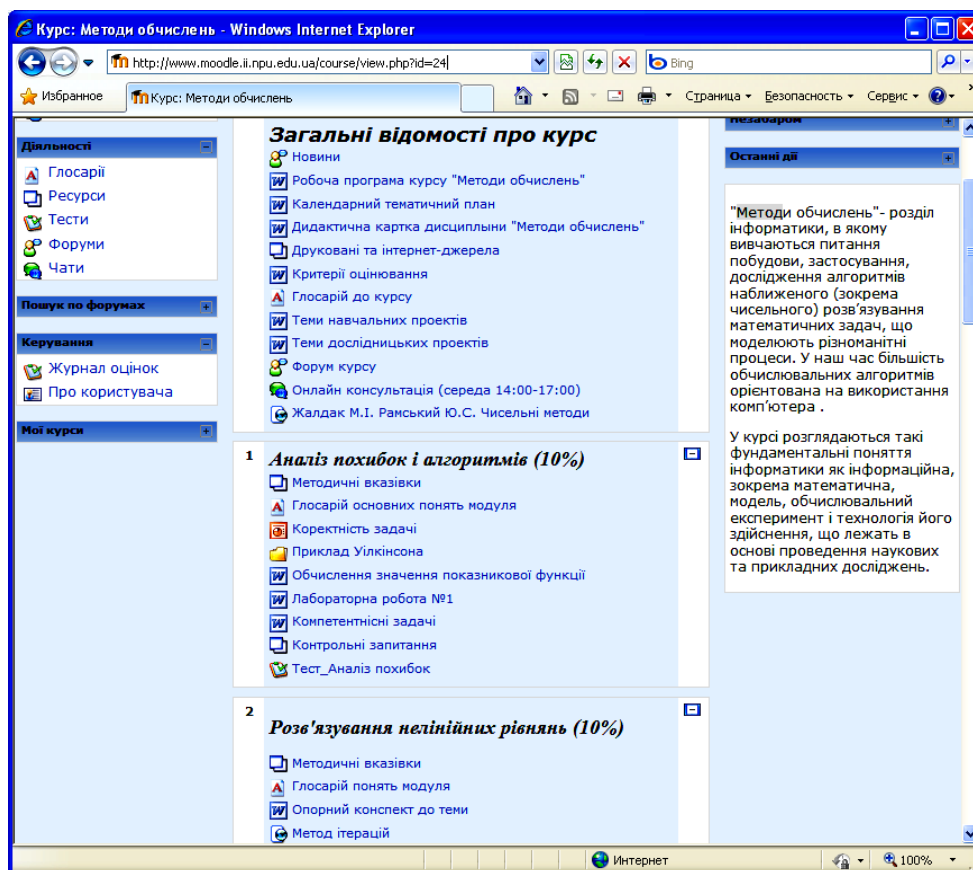


Рис. 4.

Таким чином, процес навчання методів обчислень сьогодні доцільно здійснювати шляхом систематичного, педагогічно доцільного та виваженого використання засобів ІКТ, зокрема СКМ, систем електронного навчання, створенні на їх основі інформаційно-освітнього середовища. Це, в свою чергу, суттєво впливає на зміст, методи, організаційні форми навчання методів обчислень, обумовлює створення та впровадження комп'ютерно-орієнтованої МСН методів обчислень у навчальний процес педагогічного університету.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи / Ю. В. Триус // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редрада. – К. : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 9 (16). – С. 16-29.
2. Жалдак М. І. Модель системи соціально-професійних компетентностей

майбутніх вчителів інформатики / М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський, М. В. Рафальська // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – №7 (14). – С. 3-10.

3. Рафальська М.В. Формування інформатичних компетентностей майбутніх вчителів інформатики у процесі навчання методів обчислень: дис....канд. пед. наук. : 13.00.02 / Марина Володимирівна Рафальська. – Київ, 2010. – 280 с.

4. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно–орієнтованих систем навчання математики / М. І. Жалдак // Комп'ютерно–орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2003. – Випуск 7. – С. 3–16.

5. Дьяконов В. П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2006. – 720 с.

6. Семеріков С. О. Maxima 5.13 : довідник користувача / С. О. Семеріков ; за ред. академіка АПН України М. І. Жалдака. – К. : 2007. – 48 с.

7. Шокалюк С. В. Основи роботи в Sage / Шокалюк С. В. ; за ред. академіка АПН України М. І. Жалдака. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – 64 с.

8. Низамов Р. А. Дидактические основы активизации учебной деятельности студентов / Р. А. Низамов. – Казань : КГУ, 1975. – 302 с.

9. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень у педагогічному вузі / Ю. С. Рамський // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць. Випуск 2. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 1999. – С. 25-47.

10. Жалдак М. І. Чисельні методи математики : Посібник для самоосвіти вчителів / М. І. Жалдак, Ю. С. Рамський – К. : Радянська школа, 1984. – 206 с.

11. Лященко М. Я. Чисельні методи : підручник / М. Я. Лященко, М. С. Головань. – К. : Либідь, 1996. – 288 с.