

УДК 372.8+519.6

К. І. Словак

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У статті розглянуто можливості застосування хмарних технологій у навчанні вищої математики. Зокрема продемонстровано методика використання мобільного математичного середовища «Вища математика» у процесі вивчення змістового модуля «Звичайні диференціальні рівняння».

Ключові слова: хмарні технології, мобільні математичні середовища, вища математика.

Постановка проблеми. В останні декілька років у галузі інформаційних технологій набула розвитку нова концепція опрацювання електронних даних на основі інформаційних технологій хмарних обчислень. Хмарні технології поступово входять в усі сфери діяльності суспільства, в тому числі й в освіту. Відповідно до національного проекту «Відкритий світ», що планується здійснити протягом 2010–2014 рр. під егідою Державного агентства з інвестицій і управління національними проектами України інформатизація системи освіти України має бути забезпечена на основі концепції хмарних технологій. За означенням П. Мелла та Т. Гренса «хмарні обчислення – модель надання послуги з мережевого доступу до загального фонду обчислювальних (комп'ютерних) ресурсів (таких, як мережеві, сервери, сховища даних, програмні додатки, послуги з опрацювання даних та ін.), що можуть бути гнучко налаштовані на різні потреби користувача і надані з мінімальними з його боку управлінськими зусиллями чи взаємодією з провайдером послуг» [1].

Впровадження хмарних технологій у навчальний процес надає можливість [2]:

- зменшити витрати на апаратне та програмне забезпечення;
- створювати віртуальні середовища для студентів та викладачів (студент може зайти на домашню сторінку, отримати доступ до матеріалів навчальних курсів, коментарів та відповідей викладача);
- створювати віртуальні навчальні класи та лабораторії, що реалізують можливості з проведення конференцій, лекцій, семінарів, тренінгів тощо;
- мобільного доступу до інформаційних ресурсів і сервісів Інтернету через використання смартфонів, нетбуків, тощо;
- розширити комунікативне поле «студент–викладач» за межі навчального закладу;
- забезпечити рівні можливості тих, хто навчається, до якісних навчальних програм незалежно від місця проживання та навчання;
- організувати електронний документообіг навчального закладу;
- збільшити доступні обчислювальні потужності і об'єм даних, що зберігаються;
- резервного копіювання даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прикладами хмарних сервісів, що спеціально розроблено для освітніх установ є Google Apps for Education, Microsoft Live@edu. Крім того, нові пропозиції компанії Microsoft надають можливість навчальним закладам використовувати з освітньою метою Windows Azure in Education та Office 365. Іншим прикладом хмарних послуг у сфері освіти є використання систем управління навчанням таких, як Blackboard та Moodle [3]. Ці сервіси можуть замінити або доповнити функції університетських систем, таких, як: електронна пошта, складання календарного плану, месенджери, створення та зберігання персональних документів, надання до них загального доступу.

Разом з тим, перелічені засоби не забезпечують процес навчання математичних дисциплін у повній мірі, а тому актуальною є проблема розробки та впровадження програмних засобів математичного призначення розроблених на основі хмарних технологій. До таких засобів можна віднести мережні ІКТ математичного призначення, зокрема Web-СКМ Sage, систему Wolfram|Alpha, систему динамічної геометрії GeoGebra тощо.

Кожен з перелічених засобів відрізняється за функціональними можливостями, має свої переваги щодо вивчення тієї чи іншої теми, а тому доцільним є їх використання у єдиному середовищі. Таким чином, перспективним напрямом використання хмарних технологій у навчанні математичних дисциплін є побудова на їх основі предметно-орієнтованих середовищ.

Одним з прикладів такого освітньо-наукового середовища є мобільні математичні середовища, зокрема мобільне математичне середовище «Вища математика» [6].

Мобільне математичне середовище (ММС) – відкрите модульне мережне мобільне інформаційно-обчислювальне програмне забезпечення, що надає користувачу (викладачу, студенту) можливість мобільного доступу до інформаційних ресурсів математичного і навчального призначення, створюючи умови для ефективної організації процесу навчання та інтеграції аудиторної і позааудиторної роботи [4].

ММС «Вища математика» притаманні такі основні характеристики хмарних технологій:

- опрацювання (обчислення) та зберігання даних відбувається на віддалених від користувача мережних серверах;
- масштабованість (можливість розміщення на декількох серверах та можливість розширення самого ММС);
- самообслуговування (користувач може самостійно змінювати обсяг даних, що зберігаються без необхідності зв'язку та взаємодії з постачальником послуг);
- універсальний доступ до мережі (завдяки використанню смартфонів, нетбуків);
- низька ціна (зокрема безоплатність).

Метою статті є висвітлення методики використання мобільного математичного середовища «Вища математика» у процесі вивчення змістового модуля «Звичайні диференціальні рівняння».

Виклад основного матеріалу. При дослідженні різноманітних систем різної природи (економічних, виробничих, фізичних та ін.) часто користуються математичними моделями у вигляді рівнянь, до яких, крім незалежних величин і залежних від них шуканих функцій, входять також похідні від шуканих функцій. Такі рівняння називають диференціальними.

Першу лекцію за модулем «Звичайні диференціальні рівняння» доцільно розпочати з історичних відомостей виникнення поняття диференціальних рівнянь, біографії вчених, що розробляли цю теорію, а також з ілюстрації ролі і значення цієї теорії у сучасній економічній науці. На думку В. Г. Бевз, використання історії математики в процесі навчання предметів математичного циклу сприяє: підвищенню інтересу до вивчення математики, активізації навчально-пізнавальної діяльності, мотивації вивчення окремих питань математики, підвищенню математичної культури [5].

Після введення основних понять теорії диференціальних рівнянь (диференціальне рівняння, його порядок, загальний та частинний розв'язок, інтегральна крива, початкові умови), доцільно навести кілька задач з економічним змістом, що приводять до поняття диференціальних рівнянь (задачі про нагромадження капіталу, про рух фондів тощо).

Далі пояснюють та ілюструють основні поняття та означення диференціальних рівнянь першого порядку, особливу увагу при цьому приділяючи теоремі про існування

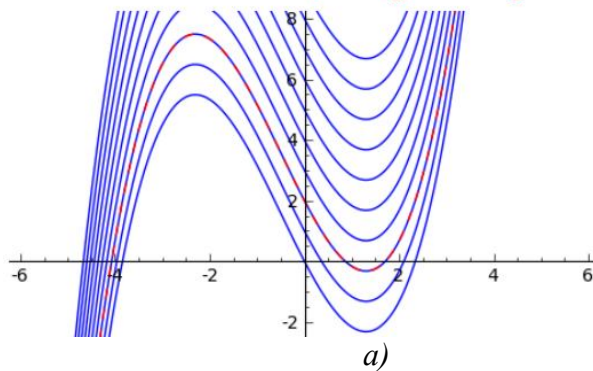
та єдиність розв'язку диференціального рівняння. Для геометричної ілюстрації теореми Коші доцільно використати модель, інтерфейс якої зображено на рис. 1 а. За допомогою цієї моделі досить наочно демонструються такі поняття, як сім'я інтегральних кривих, загальний та частинний розв'язок рівняння тощо.

Так, змінюючи початкові умови рівняння, студент переконується, що змінюється і частинний розв'язок рівняння, при цьому він не залежить від кількості зображуваних інтегральних кривих. Використовуючи цю модель на лекційних заняттях, у студентів з'являється можливість «погратися» з початковими умовами рівнянь, кількістю інтегральних кривих. Крім того, якщо у відповідне поле моделі, увести диференціальне рівняння, для якого не буде виконуватися теорема Коші, то студентам вісвітлюється відповідне повідомлення (рис. 1 б).

Диференціальне рівняння:	x^2+x-3
$y' =$	
Початкова умова:	$[0,2]$
Кількість інтегральних кривих:	7

Загальний розв'язок: $y = \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{2}x^2 + c - 3x$

Частинний розв'язок: $y = \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{2}x^2 - 3x + 2$



Диференціальне рівняння:	$1/x$
$y' =$	
Початкова умова:	$[-1, 1]$
Кількість інтегральних кривих:	10

Порушуються умови теореми про існування і єдиність розв'язків диференціального рівняння.

б)

Рис. 1 Інтерфейс моделі «Теорема Коші»

Ефективним засобом активізації пізнавальної діяльності студентів на лекціях та практичних заняттях є проблемний підхід до навчання вищої математики.

Так, після того, як студенти відпрацювали навички розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку методом відокремлення змінних, пропонуємо побудувати інтегральні криві диференціального рівняння, метод розв'язування якого невідомий, наприклад, рівняння $y' = x^2 + y^2 + 1$. Існування інтегральних кривих даного рівняння не викликає сумнівів, оскільки виконуються умови теореми існування та єдиності розв'язку. Крім того, існує можливість побудувати ці криві у ММС.

У процесі розв'язання даної проблеми студенти дізнаються про новий метод побудови графіків, якщо вони являють собою інтегральні криві рівняння виду $y' = x^2 + y^2 + 1$ – методу ізоклін.

Нехай задане диференціальне рівняння, розв'язане відносно похідної:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), \quad (*)$$

і нехай $y = \varphi(x, C)$ – загальний розв'язок даного рівняння. Цей загальний розв'язок визначає сім'ю інтегральних кривих на площині Oxy .

Рівняння (*) для кожної точки M з координатами x та y визначає значення похідної $\frac{dy}{dx}$, тобто кутовий коефіцієнт дотичної до інтегральної кривої, що проходить через цю точку. Таким чином, диференціальне рівняння (*) дає сукупність напрямів або, як кажуть, визначає поле напрямів на площині Oxy .

Тобто, з геометричної точки зору задача інтегрування диференціального рівняння полягає у знаходженні кривих, напрям дотичних до яких співпадає з напрямом поля у відповідних точках.

Для диференціального рівняння (*) геометричне місце точок, у яких виконується співвідношення $\frac{dy}{dx} = C = const$, називається *ізокліною* даного диференціального рівняння.

Змінюючи значення C , отримуємо різні ізокліни. Легко бачити, що рівняння ізокліни, яке відповідає значенню C , буде $f(x, y) = C$. Побудувавши сім'ю ізоклін, можна наближено побудувати сім'ю інтегральних кривих. Говорять, що, знаючи ізокліни, можна якісно визначити місце знаходження інтегральних кривих на площині.

Для геометричної інтерпретації методу ізоклін доцільно скористатися моделлю, інтерфейс якої зображено на рис. 2.

Студентам слід наголосити, що в курсі вищої математики для економістів будуть розглядатися диференціальні рівняння, для яких завжди виконуватиметься зазначена теорема, проте існують диференціальні рівняння, для яких ця теорема не виконується. Далі пропонується означення особливої точки та особливого розв'язку. Для ілюстрації цих понять корисно використати модель, подану на рис. 3.

Для чисельного знаходження інтегральних кривих існує багато методів, деякі з них відображено за допомогою моделі, інтерфейс якої зображено на рис. 4.

Слід зазначити, що, оскільки вивчення даної теми передбачено лише на лекційних заняттях, то модель, що пропонується, доцільно використати для навчального дослідження. Так, студентам надається можливість проекспериментувати з вхідними даними моделі та порівняти отримані результати. При роботі з нею студентам доцільно поставити наступні питання:

- 1) який із запропонованих методів є більш точним?
- 2) яким чином впливає зміна параметру «Крок» на точність знаходження інтегральної кривої?
- 3) чи потрібно враховувати вид диференціального рівняння при виборі методу наближеного знаходження інтегральної кривої?

Поглиблене вивчення теоретичних понять, їх унаочнення, а також набуття умінь та практичних навичок можливе на практичних заняттях.

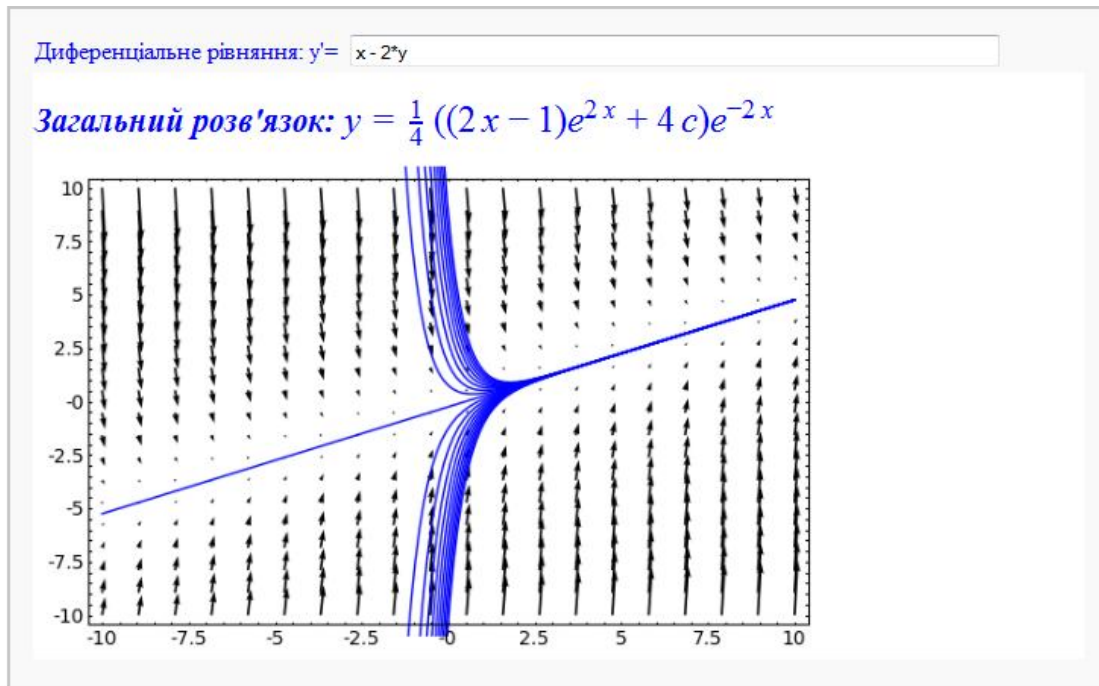


Рис. 2. Інтерфейс моделі «Метод ізоклін»

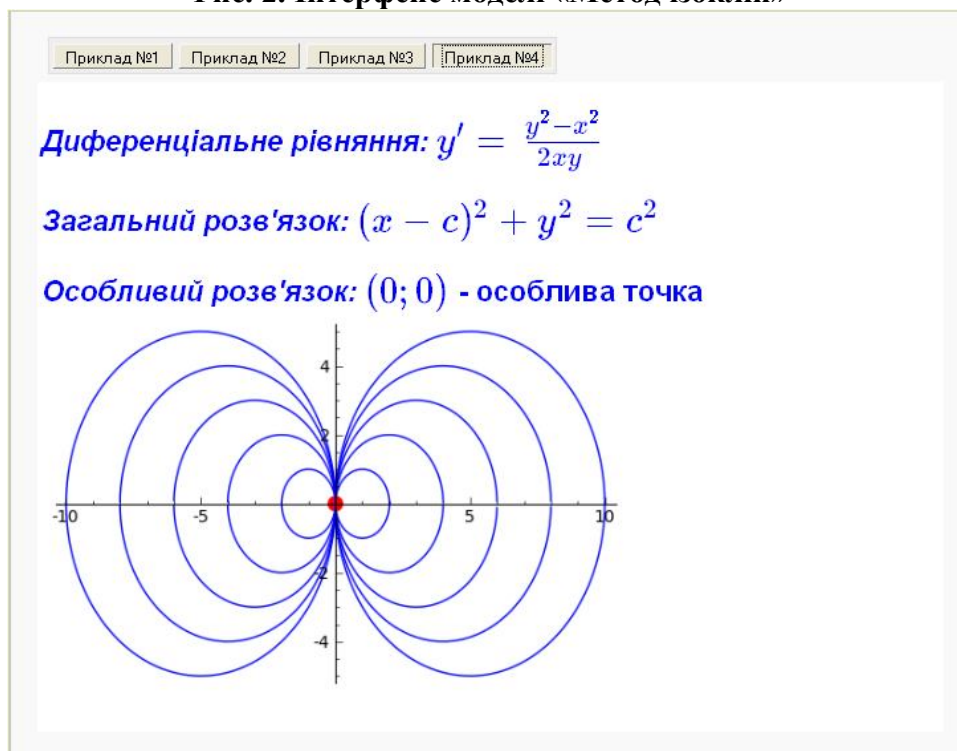


Рис. 3. Інтерфейс моделі «Особливі розв'язки диференціальних рівнянь»

Для методичного забезпечення практичних занять було розроблено робочі аркуші, які містять завдання для розв'язання як в аудиторії, так і в дома.

Приклади розв'язування (рис. 5) розроблено таким чином, щоб, розв'язуючи їх, студент мав змогу відпрацювати основні способи та прийоми розв'язання задач за модулем.

Слід наголосити на тому, що розв'язання завдань в аудиторії відбувається за традиційною методикою, адже головним завданням практичного заняття є набуття практичних навичок розв'язування задач.

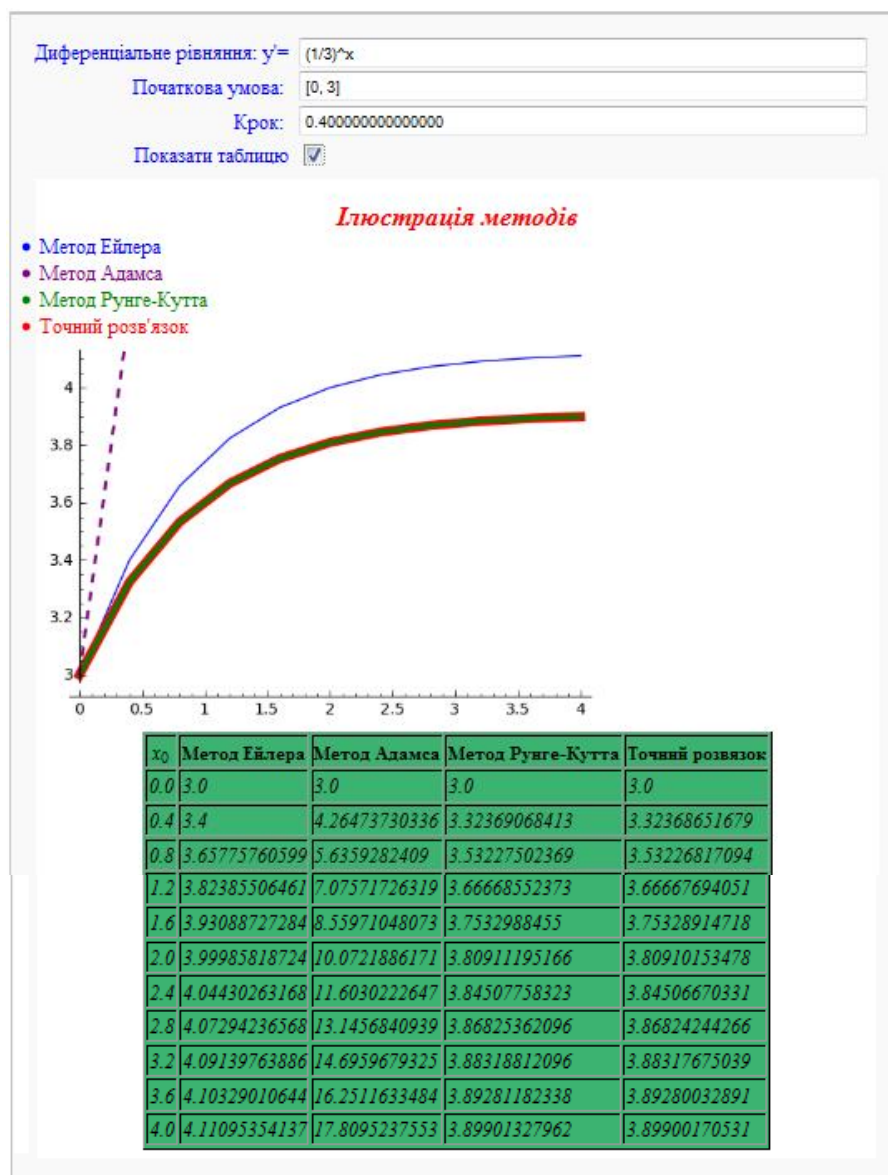


Рис. 4. Інтерфейс моделі «Наближені методи розв'язування диференціальних рівнянь»

Особливим видом діяльності студентів є самостійна робота, основною формою організації якої було обрано *індивідуальні домашні завдання* з кожного змістового модуля, оформлені у вигляді робочих аркушів (рис. 6).

Вони складаються з прикладів розв'язування типових завдань з теми модуля та задач для самостійного опрацювання трьох типів.

Зазвичай, при розв'язуванні індивідуального домашнього завдання у студентів виникають труднощі, пов'язані з вибором типу диференціального рівняння. Для вирішення цієї проблеми пропонується скористатися відповідною навчально-експертною системою (рис. 7). Розроблена експертна система надає можливість:

- визначити тип диференціального рівняння (якщо рівняння не є диференціальним, то з'являється відповідне повідомлення);
- повторити процедуру визначення типу рівняння з початку (у разі помилкового вибору відповіді) за допомогою кнопки «До початку»;
- продемонструвати правило, за яким було зроблено висновок, а також відповіді, що їх увів студент на поставлені питання за допомогою кнопки «Пояснити?»;

Мобільне математичне середовище SAGE

Блокнот
Версія 4.2

M_8_ExS_Приклади розв'язування

Сохранить Сохранить и выйти Выйти без сохранения

Файл... Действ... Данные... sage... Typeset Печать Рабочий лист Редактировать Текст История работы Совместная работа Опубликовать

Модуль №8

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ
Приклади розв'язування задач

Задача 1

Скласти диференціальне рівняння множини кривих $y = Ce^x$. Побудувати ці криві.

Розв'язання:

Диференціальне рівняння множини кривих $y = Ce^x$ знайдемо продиференціювавши це рівняння:

$$y' = Ce^x, \quad (*)$$

З рівняння множини кривих $y = Ce^x$ знайдемо:

$$C = \frac{y}{e^x}.$$

Рис. 5. Робочий аркуш до теми «Диференціальні рівняння»

M_8_ID3_19 -- Sage - Mozilla Firefox

Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

http://korpus21.dyndns.org:8000/home/slovak/111/

Самые популярные Начальная страница Лента новостей Классификация мате... 4. Технология созда... Эвристическое обуч... Образовательный и...

Поиск Amazon CNN YouTube Facebook Погода Игры Personas Celebrity

mail.ru yuo tube Найдти Почта 17 Мой мир Нравится Музыка 0,00 р. \$ 27.59 € 39.60 Киев +24°C

M_8_ID3_19 -- Sage

```

y=function('y',x)
resolve(diff(y,x,2)-y==2*exp(x),y)

```

$$\frac{1}{2}(2x-1)e^x + k_1e^x + k_2e^{-x}$$

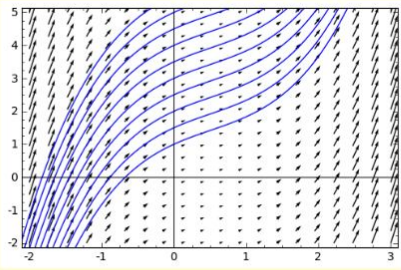
K1

Побудувати поле напрямів та сім'ю інтегральних кривих диференційного рівняння $y' = x^2 - x + 1$, попередньо розв'язавши його в Sage. Порівняти отримані результати.

```

f,g = var('t g')
y=function('y',x)
f(x,g)=resolve(diff(y)=x^2-x+1,y)
show(plot([f(x,g) for g in xrange(1,6,0.5)], -5,5)+plot_vector_field((1,t^2-t+1), (t,-2,3), (g,-2,5), xmin=-2, xmax=3, ymin=-2, ymax=5))

```



E1

Розв'язати рівняння

Готово

Рис. 6. Фрагмент робочого аркуша «Індивідуальне домашнє завдання до модуля №8. Диференціальні рівняння» (варіант 19)

– показати, яке правило на даний момент випробовується та яку відповідь потрібно ввести, щоб визначення типу рівняння здійснювалося саме за цим правилом, за допомогою кнопки «Чому питаємо?».



Рис. 7. Інтерфейс Web-NEC з теми «Диференціальні рівняння»

Висновки. Таким чином, використанням таких засобів ММС «Вища математика» як лекційні демонстрації, динамічні моделі, навчальні експертні системи у процесі вивчення змістового модуля «Звичайні диференціальні рівняння» сприяє:

- урахуванню індивідуальних психологічних особливостей студентів, забезпечуючи диференціацію та особистісну зорієнтованість процесу навчання;
- поліпшенню якості самостійної позааудиторної роботи студентів;
- розвитку пізнавального інтересу та пізнавальної самостійності, навичок дослідницької діяльності з вищої математики, умінь аналізувати, порівнювати, вибирати спільні якості понять, перелічувати загальні властивості, визначати обсяг понять, структурувати навчальний матеріал, узагальнювати, систематизувати;
- розширенню змістової складової курсу вищої математики професійно-орієнтованими задачами.

Список використаної літератури

1. Mell P. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology / Peter Mell, Timothy Grance // The NIST Definition of Cloud Computing – September, 2011. – 7 p. – Mode of access : <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
2. Словак К. І. Мобільні математичні середовища як засіб хмарних технологій / К. І. Словак // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 131–132.
3. Облачные вычисления в образовании / Нил Склейтер // Аналитическая

записка ИИТО. – М., ЮНЕСКО 2010. – №1. – 12 с.

4. Словак К. І. Мобільні математичні середовища: сучасний стан та перспективи розвитку / К. І. Словак, С. О. Семеріков, Ю. В. Триус // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць / Ред-рада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – №12 (19). – С. 102–109.

5. Бевз В. Г. Використання історичного матеріалу у навчанні предметів математичного циклу / В. Г. Бевз // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнар. зб. наукових робіт. – Вип. 28. – Донецьк : Вид-во ДонНУ, 2007. – С. 43–47.

6. Мобільне математичне середовище «Вища математика» [Електронний ресурс] / [К. І. Словак]. – 2011. – Режим доступу : <http://korpus21.dyndns.org:8000/>

Аннотация. Словак К. И. **Возможности использования облачных технологий в обучении высшей математики.** В статье рассмотрены возможности применения облачных технологий в обучении высшей математике. В частности продемонстрировано методiku использования мобильной математической среды «Высшая математика» при изучении темы «Обыкновенные дифференциальные уравнения».

Ключевые слова: облачные технологии, мобильные математические среды, высшая математика.

Summary. Slovak K. Possibility of using cloud computing in the learning of higher mathematics. The actuality of material attached to the article is caused by the necessity to develop and implement high-tech information and communication, educational and scientific environment to the leaning process. One of the examples of such environment for learning mathematics of students of universities constructed based on cloud technology – mobile mathematical environment is discussed in the article. The demonstrated methodic of using mobile mathematical environment «Higher Mathematics» to learning of higher mathematics. The possibility using of such components of environment as lecture demonstrations, dynamic models, leaning expert systems, individual home tasks, examples of solving, tasks for practical lessons are demonstrated on the example of thematic module «Ordinary Differential Equations». The held implementation of the developed mobile mathematical environment in the learning process higher mathematics of students of universities has shown that using of mobile mathematical environments contributes increase of level the learning advances the development of skills of self learning-research in higher mathematics and contribute the integration of classroom and extracurricular students' work.

Keywords: cloud technologies, mobile mathematical environment, higher mathematics.