

ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТИКИ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

А. П. Рибалко

orcid.org/0000-0002-2253-1393

Т. В. Денисова

Статтю присвячено актуальній проблемі діагностики під час викладання вищої математики студентам комп'ютерних спеціальностей. У статті запропоновано комплекс діагностичних засобів для перевірки якості знань та навичок, отриманих студентами в процесі вивчення цієї дисципліни, розроблено методiku його впровадження в навчальний процес. Особливу увагу приділено розгляду спеціальних підходів, зорієнтованих на специфіку математичної підготовки майбутніх фахівців галузі інформаційних технологій. Наведено засоби, за досвідом авторів, які дозволяють викладачеві забезпечити адекватне оцінювання студентів і скоригувати навчальний процес на основі аналізу результатів діагностики. Унаслідок цього підвищується ефективність навчання в цілому, що доводить доцільність використання запропонованої системи у викладацькій практиці.

Ключові слова: вища освіта, викладання вищої математики, математична підготовка, студенти комп'ютерних спеціальностей, інженер-програміст, засоби діагностики та контролю, тестування.

FEATURES OF DIAGNOSTICS OF THE MATHEMATICAL TRAINING OF COMPUTER SCIENCE STUDENTS

A. Rybalko, T. Denisova

The article is devoted to the actual problem of diagnostics in the teaching of higher mathematics to students of computer specialties. In this paper a set of diagnostic tools to test the quality of knowledge and skills acquired by students in the process of studying this discipline is proposed and a methodology for its implementation is developed.

Diagnostic tools and methods always play an important role in the learning process. The system of control and evaluation of the quality of knowledge should encourage students to purposeful educational activities, ensure the fairness of the assessment, meet world standards. At present, the main requirement for education is its competitiveness, the result of training is not assessed by the volume of acquired information, but by the acquisition of professional competencies. Today the quality training of a specialist means, first of all, his ability to work effectively, therefore, the approaches to diagnostics should correspond to the future profession of a student.

This article presents the development of a diagnostic complex on higher mathematics focused on computer science students, the use of which in the learning process can significantly intensify the cognitive activity of students, improve the quality of knowledge obtained in the process of mathematical preparation. First of all, the work is devoted to special forms of diagnostics, which are practiced by the authors in teaching students of this profile, the presentation of the results of their implementation in the educational process and justification of the advisability of their use in teaching practice.

The authors propose, along with traditional forms of control, to use: testing of theoretical and practical content; competence-oriented practical tasks; calculation tasks with the use of systems of computer mathematics MatLab, MathCad, etc.; tasks of programming algorithms and methods; creative tasks using computer software.

The article describes the methodology for diagnosing the quality of knowledge gained by students, as well as experience in applying in this context the program-instrumental learning platform MOODLE, which is used at Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics.

These tools, according to the authors' experience, allow the teacher to provide an adequate assessment of the students, and to adjust the educational process based on the analysis of the results of the diagnostics. As a result, the effectiveness of training increases in general, that proves the feasibility of using the proposed system in teaching practice.

Key words: higher education, teaching of higher mathematics, mathematical training, computer science students, software engineer organization of educational process, means of diagnostics and control, testing.

Засоби та методи діагностики завжди відігравали важливу роль в навчальному процесі. Необхідно, щоб, з одного боку, система контролю й оцінювання якості знань спонукала студентів до цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, з іншого – забезпечувала справедливість та об'єктивність оцінювання, відповідала світовим стандартам. Але наразі, коли головною вимогою до освіти є її конкурентоспроможність, коли результат навчання оцінюється не обсягом засвоєної інформації, а набуттям професійних компетентностей, цього недостатньо. Сьогодні під якісною підготовкою спеціаліста розуміють першочергово його здатність ефективно працювати, тому підходи до діагностики мають

відповідати майбутній професії студента. Сучасні умови спонукають шукати та впроваджувати нові форми та засоби діагностики з метою створення системи, що дозволяє адекватно оцінити рівень сформованості предметних та професійних компетентностей.

Перехід до кредитно-модульної системи навчання у вітчизняних вищих навчальних закладах докорінно змінив систему діагностики та контролю, незалежно від дисципліни, що викладається, та майбутньої спеціальності студентів. Потреба в науково-методичному супроводі цього процесу обумовила появу великої кількості робіт вітчизняних учених. Дослідженню питань діагностики якості освіти присвячені роботи Ю. К. Бабанського, В. В. Божкової, С. У. Гончаренка, Т. В. Купріянич, Т. О. Лукіної, О. М. Мельник та багатьох інших авторів.

Значний інтерес освітян викликають питання математичної підготовки у вищій школі. Основні засади та актуальні проблеми математичної підготовки майбутніх фахівців різних спеціальностей розглядалися в роботах Т. П. Березюк, Г. Я. Дутка, Д. Д. Гельфанової, М. І. Жалдака, О. Б. Красножон, В. В. Поладової, С. А. Ракова та ін. Зокрема, проблемам математичної підготовки майбутніх ІТ-спеціалістів присвячені роботи О. М. Дубініної, Л. Н. Журбенко, О. Я. Кучерук [2], М. С. Львова [4], Ю. В. Триуса та ін. При цьому недостатньо висвітленими залишаються питання діагностики студентів-програмістів в процесі вивчення вищої математики.

Метою статті є розробка діагностичного комплексу з вищої математики, зорієнтованого на студентів комп'ютерних спеціальностей, використання якого в процесі навчання дозволяє значно активізувати пізнавальну діяльність студентів, сформувати їхні предметні та професійні компетентності, підвищити якість знань, отриманих в процесі математичної підготовки. Першочергово, статтю присвячено особливим формам діагностики, що практикують автори, навчаючи студентів цього профілю, представленню результатів їх упровадження в навчальний процес та обґрунтуванню доцільності їх використання.

Контроль та оцінювання якості отриманих студентами знань та навичок є надзвичайно важливою ланкою в організації навчального процесу. Незважаючи на те, що діагностичні засоби покликані спочатку оцінювати результати навчання, зазвичай степінь ефективності навчального процесу залежить від обраної викладачем системи контролю.

Традиційною формою перевірки знань в процесі вивчення математичних дисциплін завжди були письмові контрольні роботи, теоретичного або практичного характеру. Необхідність їхнього проведення не викликає сумнівів, оскільки вміння студента розв'язувати задачі складає одну з базових предметних компетентностей. Але зараз обмеження такими видами контролю неможливе.

Серед причин, що спонукають сучасного викладача розробляти та використовувати інші засоби діагностики, є такі:

- зменшення кількості аудиторних годин, а значить, дефіцит часу, що може бути використаний на контрольні роботи;
- необхідність перевірки рівня сформованості різних видів компетентностей, що має отримати студент під час навчання;
- зорієнтованість освіти на фахові особливості майбутнього спеціаліста;
- стимулювання самостійності, прагнення та здатності до самовдосконалення, розвитку творчого потенціалу студентів;
- відповідність світовим тенденціям та нормам щодо контролю та оцінювання знань.

Автори вважають, що систему діагностики та контролю необхідно розробляти таким чином, щоб її впровадження виконувало такі функції:

- визначало змістове наповнення курсу, що вивчається;
- сприяло інтенсифікації навчально-пізнавальної діяльності студентів;
- регулювало навантаження студента упродовж усього періоду навчання;
- гарантувало регулярність занять із дисципліни та спонукало студента до своєчасного виконання завдань;
- забезпечувало об'єктивність оцінювання результатів навчання;
- дозволяло викладачеві робити аналіз поточного стану навчального процесу та прогнозувати його перспективи з метою коригування в разі потреби.

Не викликає сумнівів, що для студентів-програмістів володіння математичним інструментарієм має першочергове значення. Професійна діяльність в сфері інформаційних технологій передбачає здатність фахівця до аналітичного опису та дослідження різноманітних процесів та явищ, уміння будувати математичні моделі, самостійно розробляти алгоритми розв'язання практичних завдань, виконувати розрахунки значної складності тощо. Крім того, математична підготовка студентів комп'ютерних спеціальностей є дуже важливою, оскільки закладає фундамент для подальшого набуття студентами професійних компетентностей при вивченні спеціальних дисциплін. Таким чином, під час вивчення вищої

математики студентами галузі інформаційних технологій не має другорядних питань: необхідні як навички практичного розв'язання задач, так і здатність до застосування апарату теоретичного дослідження.

Особливу увагу під час навчання студентів цієї спеціальності потрібно приділяти отриманню компетентностей, пов'язаних із використанням комп'ютерного забезпечення. Пропонуючи застосовувати різноманітні пакети прикладних програм для вирішення поставлених завдань та програмувати алгоритми, що вивчаються на заняттях з вищої математики, викладач спрямовує пізнавальну діяльність студентів на їхню майбутню професію. Такий підхід є важливим мотивуючим фактором для отримання фундаментальних знань.

Відповідно до кожного виду навчальної діяльності студентів комп'ютерних спеціальностей, викладач зобов'язаний мати в своєму арсеналі засоби перевірки: 1) базових теоретичних знань; 2) навичок розв'язання практичних завдань, також компетентнісно-орієнтованих; 3) здатності використовувати пакети прикладних програм; 4) вміння алгоритмізувати вивчені методи; 5) здібність до творчої роботи.

Відповідно до кожної з перелічених категорій, буде запропоновано методика діагностики студентів під час навчання, що поєднує: засоби контролю та формат його проведення; приклади контрольних завдань; вимоги щодо виконання завдань; критерії оцінювання результату виконання.

При цьому детально будуть розглянуті саме ті засоби, що є специфічними при навчанні майбутніх інженерів-програмістів, а також особливості їхнього використання у викладацькій практиці.

Варто зазначити, що є один вид діагностики, що потребує окремого розгляду, оскільки він стосується якості знань, отриманих в школі. На жаль, на сьогодні поширеною проблемою для викладачів є необхідність поряд із вивченням матеріалу курсу займатися ліквідацією прогалин в базовій шкільній підготовці студентів. Виявлення «білих плям» можна проводити або під час вхідного контролю, або, як це практикують автори статті, шляхом поточних бліц-опитувань за темою, що вивчається.

Першочергово розглянемо питання діагностики освоєння теоретичного матеріалу дисципліни. Отримання систематизованих фундаментальних знань із математики для студентів комп'ютерних спеціальностей надзвичайно важливе як само по собі, так і є необхідною умовою для оволодіння методами розв'язання задач.

Автори дотримуються думки, що якісне засвоєння теоретичного матеріалу характеризується не здатністю студента дослівно повторити формулювання, скажімо, теореми, але розумінням властивостей та значення для застосувань апарату, що вивчається. Тому у цьому контексті засоби діагностики знань студентів покликані насамперед перевіряти: володіння термінологією та системою позначень; усвідомлення сутності понять та їх властивостей; розуміння можливостей та обмежень для застосування тих чи інших методів, підходів, засобів; знання взаємозв'язків між різними об'єктами, інструментами тощо.

На жаль, незважаючи на особливу роль математичної освіти для студентів-програмістів, кількість аудиторних годин, відведених на дисципліну, з року в рік продовжує зменшуватись. В умовах катастрофічного дефіциту часу у своїй викладацькій практиці для діагностики якості теоретичних знань автори використовують тести змішаного теоретико-практичного змісту, що дозволяє мінімізувати час, витрачений на контрольну роботу.

Поширеною є думка, що тестування – це спрощений вид контролю порівнянно з традиційною формою письмових колоквиумів. Багаторічна практика проведення контролю теоретичних знань саме в такий спосіб надає авторам можливість стверджувати, що це не так. Про неабияку складність свідчить хоча б той факт, що максимальна можлива сума балів майже не досягається.

У вище наведених цілей діагностики, тестування в запропонованому вигляді виявляється більш ефективним. Питання складено таким чином, що від студента вимагається не бездумне зазубрювання інформації, а розуміння самої суті понять і фактів, усвідомлення взаємозв'язків між ними, їхнє значення для застосувань, що потребує більш глибоких та якісних знань математичного апарату, що вивчається. Варто зазначити, що автори використовують тести із множинним вибором, що є додатковим ускладненням для студентів.

У Харківському національному економічному університеті ім. С. Кузнеця в навчальному процесі за будь-якою дисципліною активно використовується сайт персональних навчальних систем, що працює на програмно-інструментальній платформі MOODLE [5]. Ця система надає можливість створення тестів різних типів, проведення тестування студентів та подальшого автоматичного оцінювання результатів. Звичайно, у випадку великих потоків студентів до організації такого тестування лектор змушений залучати викладачів лабораторних занять.

Автори також практикують створення в системі MOODLE «тренажерів» для підготовки до теоретичного тестування. Студенти охоче використовують в процесі навчання ці засоби, оскільки, по-перше, вони є доступними в будь-який зручний час, і, по-друге, дають можливість самоперевірки й подальшої роботи над виявленими недоліками та помилками.

Як приклад, наведемо фрагмент теоретичного тестового завдання (із множинним вибором) за змістовим модулем «Лінійна алгебра та аналітична геометрія».

1. Які з наведених тверджень є вірними?

- А) Якщо всі елементи визначника помножити на число k , то визначник збільшиться в k раз;
- Б) Якщо матрицю транспонувати, то визначник змінить знак;
- В) Визначник дорівнює нулю, якщо він містить пропорційні стовпці;
- Г) Визначник не зміниться, якщо будь-які два рядки його поміняти місцями.

2. Оберіть хибні твердження.

- А) Матриці однакового розміру можна додавати;
- Б) Квадратна матриця має обернену;
- В) Квадратну матрицю можна піднести до квадрату;
- Г) Множення матриць комутативне.

3. Яка з наведених умов відповідає випадку невизначеної системи лінійних алгебраїчних рівнянь з n невідомими?

- А) $\text{rang}(A) = \text{rang}(A|B) = n$; Б) $\text{rang}(A) = \text{rang}(A|B) < n$;
- В) $\text{rang}(A) = \text{rang}(A|B) > n$; Г) $\text{rang}(A) \neq \text{rang}(A|B)$.

4. Якщо головний визначник системи не дорівнює нулю, то система:

- А) не має розв'язків; Б) має один розв'язок;
- В) має три розв'язки; Г) має безліч розв'язків.

5. Які з наведених методів не є методами обчислення визначників?

- А) Крамера; Б) Гаусса;
- В) Лапласа; Г) Саррюса.

6. Коли можливо розв'язати систему методом оберненої матриці?

- А) у будь-якому випадку;
- Б) у випадку квадратної системи;
- В) коли головний визначник системи дорівнює нулю;
- Г) коли головний визначник системи не дорівнює нулю.

7. Однорідна система не може:

- А) бути несумісною; Б) бути невизначеною;
- В) мати один розв'язок; Г) мати три розв'язки.

8. Оберіть вірні властивості нелінійних операцій над векторами:

- А) $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$ Б) $\vec{a} \cdot \vec{a} = |\vec{a}|$;
- В) $\vec{a} \times \vec{b} = \vec{b} \times \vec{a}$; Г) $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = \vec{c}\vec{a}\vec{b}$.

9. Для компланарних векторів справедливо:

- А) $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0$; Б) $\vec{a} \times \vec{b} = 0$;
- В) $\vec{a}\vec{b}\vec{c} = 0$; Г) $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = 0$.

10. Площу трикутника, побудованого на заданих векторах, можна знайти за допомогою:

- А) скалярного добутку; Б) векторного добутку;
- В) змішаного добутку; Г) правила трикутника.

12. Оберіть пари перпендикулярних прямих:

- А) $2x - y + 1 = 0$, $x + 2y - 3 = 0$; Б) $2x + 3y - 1 = 0$, $2x + 3y + 1 = 0$;
- В) $y = 3x + 1$, $y = 3x + 2$; Г) $y = x + 4$, $y = -x + 3$.

12. Оберіть рівняння еліпсів:

- А) $\frac{(x+2)^2}{5} - \frac{(y-1)^2}{7} = 1$; Б) $\frac{x^2}{5} + \frac{y^2}{7} = 1$;
- В) $\frac{x+2}{4} + \frac{y-1}{9} = 1$; Г) $\frac{(x-1)^2}{4} + \frac{y}{9} = 1$.

Не менш важливим є отримання студентами компетентностей щодо практичного застосування освоєного математичного інструментарію до моделювання та дослідження реальних процесів та систем. Конкурентоспроможність молодого спеціаліста на ринку праці визначається першочергово його здатністю до розв'язання конкретних задач.

Для здійснення діагностики отримання навичок розв'язання практичних завдань використовуються: поточні домашні завдання; самостійні контрольні роботи; письмові контрольні роботи; індивідуальні компетентнісно-орієнтовані завдання.

Перевірка поточних домашніх завдань здійснюється на практичних заняттях, бажано у вигляді опитування та обговорення складних моментів з аудиторією в разі потреби. Щодо контрольних робіт, то в цьому аспекті автори вважають доцільним дотримуватись класичного підходу.

Такий вид робіт, як компетентнісно-орієнтовані завдання є важливою ланкою в процесі навчання. У сучасних умовах результатом навчальних досягнень студентів є сума загальних, предметних і професійних компетентностей. Розроблені завдання обов'язково мають прикладний характер, оскільки саме демонстрація практичної значущості отриманих знань підвищує інтерес студентів до предмета та сприяє активізації навчального процесу. У роботах [6, 8] був викладений досвід автора по впровадженню компетентнісно-орієнтованих завдань, детально розглянуті особливості змістового навантаження та оцінювання їх виконання, наведено приклади таких завдань із певної теми.

Особливе значення для студентів галузі інформаційних технологій мають види робіт із використанням комп'ютерного забезпечення. Природно, що студенти зазвичай виявляють зацікавленість у виконанні такого типу завдань, оскільки вони мають безпосередню професійну спрямованість.

Студентам-програмістам пропонують два основних види робіт: розрахунки із застосуванням систем комп'ютерної математики (MatLab, MathCad, Maple, Mathematica, Octave) та написання алгоритмів однією з мов програмування, що вивчають в університеті (C, Python, Java).

У ХНЕУ ім. С. Кузнеця ці завдання виконуються студентами під час лабораторних занять з вищої математики. На кафедрі вищої математики та економіко-математичних методів розроблені лабораторні практикуми для роботи в різних середовищах [1, 3], що забезпечують методичний супровід до лабораторних робіт. Під час лабораторних занять знову активно використовується платформа дистанційного навчання MOODLE: саме там розміщені методичні вказівки до виконання лабораторних робіт; звіт про виконання роботи студент також відправляє в систему, де роботу перевіряє та оцінює викладач.

Щодо самостійного написання програм, то такий вид робіт пропонують із метою створення умов для реалізації особистого потенціалу студентів, розвитку здібності майбутнього ІТ-фахівця до автономної та відповідальної праці. У рамках кожної теми курсу вивчають той чи інший алгоритм розв'язку задачі, реалізація якого програмними засобами не тільки можлива, але й є більш виправданою.

У ХНЕУ ім. С. Кузнеця вважають за необхідне стимулювання розвитку творчих здібностей студентів, тому в робочому плані кожної дисципліни на виконання творчих проектів відведено певну кількість балів, які не можна компенсувати за рахунок інших видів навчальної діяльності.

Найбільш поширеною формою творчої роботи студентів комп'ютерних спеціальностей є створення готових до використання програмних продуктів математичного змісту. Зазвичай такі проекти виконують спільними зусиллями групи студентів. Робота в такому форматі є надзвичайно важливою з точки зору формування професійних компетентностей, оскільки такі масштабні завдання розвивають у студентів цілеспрямованість, здатність до ефективної співпраці, покращують їхні комунікативні навички, виховують толерантне відношення до співробітників. Кожен учасник проекту є відповідальним за свою автономну компоненту, у процесі розробки якої студент невідмінно розвиває свої креативні здібності, учиться бути відповідальним за результати своєї праці. Результат роботи студенти презентують під час публічної доповіді із подальшою демонстрацією можливостей програми.

Досвід авторів дозволяє стверджувати, що в сучасних умовах навіть студенти першого курсу здатні не тільки запрограмувати певний алгоритм, але також: створити зручний для користувача інтерфейс; використати елементи комп'ютерної графіки та графічного дизайну; узагальнити модель або навпаки розглянути необхідний в певному контексті частинний випадок.

Так, останнім часом студенти створили: пакет програм, що дозволяє використовувати апарат лінійної алгебри для виконання дій над матрицями та розв'язання довільних систем; пакет, за допомогою якого можна наближено розв'язувати диференціальні рівняння тощо.

Найголовніше, що до виконання творчих проектів студенти виявляють надалі більшу зацікавленість. Однією з причин, звичайно, є рейтингова система оцінювання успішності студентів. Але найголовнішим стимулом до розвитку творчих здібностей та самовдосконалення, на думку авторів, є усвідомлення майбутніми ІТ-спеціалістами того факту, що працювати їм доведеться в умовах жорсткої конкуренції.

Трапляється, що студенти комп'ютерних спеціальностей виказують неабиякий інтерес власне до предмету математики як такої. У цьому випадку альтернативою формою творчої роботи може бути: участь студента у Всеукраїнській студентській олімпіаді з математики; доповідь на студентській конференції; написання статті під керівництвом викладача.

Розглянуті методи та засоби діагностики студентів комп'ютерних спеціальностей при вивченні вищої математики дозволяють, з одного боку, підвищити ефективність навчального процесу, з іншого – забезпечити адекватну діагностику й об'єктивне оцінювання рівня сформованості отриманих студентами компетентностей.

Подальші дослідження цієї проблеми можуть бути присвячені проблемам упровадження цієї методики в дистанційному навчанні, поглибленню міжпредметної інтеграції зі спеціальними дисциплінами відповідно до фаху, удосконаленню форм і засобів діагностики в умовах інтеграції України у світовий освітній простір.

Література

1. Гулько О. В. Використання середовища Mathcad при вивченні навчальної дисципліни «Математика для економістів»: навч.-практ. посіб. / О. В. Гулько. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 288 с.
2. Кучерук О. Я. Методологічні підходи формування математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів / Кучерук О. Я. // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : «Педагогіка. Соціальна робота». – 2016. – Вип. 2 (39). – С. 122 – 125.
3. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни «Вища математика». Навчально-практичний посібник / Т. Денисова, К. Дубовик, В. Сенчук, В. Титарев. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 168 с.
4. Львов М. С., Архипова Т. Л., Архипова К. С. Особенности математической подготовки программистов в Херсонском государственном университете // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 1(11). – С. 72 – 74.
5. Рибалко А. П. Використання дистанційної форми навчання в процесі математичної підготовки студентів-економістів // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. – 2014. – № 5 (77). – С. 106 – 111.
6. Рибалко А. П. Використання компетентнісно-орієнтованих завдань в процесі математичної підготовки майбутніх економістів // Педагогіка вищої та середньої школи: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: ВЦ КДПУ ; Айс Принт, 2016. – Вип. 3 (49). – С. 62 – 72.
7. Рибалко А. П. Комплексне впровадження комп'ютерних технологій у процесі викладання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. праць. – Вип. 38 / [редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін.]. – К. – Вінниця : ТОВ «Планер», 2014. – С. 426 – 430.
8. Рибалко А. П. Організація самостійної роботи студентів при вивченні вищої та прикладної математики // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія: зб. наук. праць. – 2014. – Вип. 41. – С. 88 – 93.

References

1. Hunko O. V. Vykorystannia seredovyshcha Mathcad pry vyvchenni navchalnoi dystsypliny «Matematyka dlia ekonomistiv»: navch.-prakt. posib. / O. V. Hunko. – Kharkiv : Vyd. KhNEU, 2010. – 288 s.
2. Kucheruk O. Ya. Metodolohichni pidkhody formuvannia matematychnoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv-prohramistiv / Kucheruk O. Ya. // Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriiia : «Pedahohika. Sotsialna robota». – 2016. – Vyp. 2 (39). – S. 122 – 125.
3. Laboratornyi praktykum z navchalnoi dystsypliny «Vyshcha matematyka». Navchalno-praktychnyi posibnyk / T. Denysova, K. Dubovyk, V. Senchukov, V. Tytarev. – Kharkiv : Vyd. KhNEU, 2009. – 168 s.
4. Lvov M. S., Arkhypova T. L., Arkhypova K. S. Osobennosti matematyches-koi podhotovky prohrammistov v Khersonskom hosudarstvennom unyversytete // Fyzyko-matematychna osvita : naukovyi zhurnal. – 2017. – Vypusk 1(11). – S. 72 – 74.
5. Rybalko A. P. Vykorystannia dystantsiinoi formy navchannia v protsesi matematychnoi pidhotovky studentiv-ekonomistiv // Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu imeni Ivana Franka. – 2014. – № 5 (77). – S. 106 – 111.
6. Rybalko A. P. Vykorystannia kompetentnisno-orientovanykh zavdan v protsesi matematychnoi pidhotovky maibutnikh ekonomistiv // Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly: zb. nauk. prats. – Kryvyi Rih: VTs KDPU ; Ais Prynt, 2016. – Vyp. 3 (49). – S. 62 – 72.
7. Rybalko A. P. Kompleksne vprovadzhennia kompiuternykh tekhnolohii u protsesi vykladannia matematychnykh dystsyplin u vyshchykh navchalnykh zakladakh // Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: zb. nauk. prats. – Vyp. 38 / [redkol. : I. A. Ziaziun (holova) ta in.]. – K. – Vinnytsia : TOV «Planer», 2014. – S. 426 – 430.
8. Rybalko A. P. Orhanizatsiia samostiinoi roboty studentiv pry vyvchenni vyshchoi ta prykladnoi matematyky // Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriiia: Pedahohika i psykholohiia: zb. nauk. prats. – 2014. – Vyp. 41. – S. 88 – 93.