

УДК 378.14:330

## РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПОНЕНТИ ІНЖЕНЕРНО-ПРОФЕСІЙНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ ЗВТО

**Клочко Віталій**, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет.

ORCID: 0000-0002-9415-4451

E-mail: klochko@vstu.vinnica.ua

**Бондаренко Злата**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет.

ORCID: 0000-0003-3339-0570

E-mail: zlatikbond@mail.ru

**Кирилашук Світлана**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет.

ORCID: 0000-0002-8972-3541

E-mail: ksa0775@mail.ru

*У статті представлено теоретичні та практичні аспекти розвитку математичних здібностей майбутніх інженерів. Запропоновано завдання, що можуть пропонуватись як додаткові і мати на меті виявлення студентів, що мають високий рівень математичних здібностей. Встановлено зв'язок між математичними здібностями і подальшою успішною інженерною діяльністю. Виокремлено критерії визначення трьох рівнів математичних здібностей, що в свою чергу, стали критеріями відбору завдань для поточного контролю. Доведено, що швидкість адаптації інженера до нових умов діяльності залежить від якісного засвоєння математичного апарату.*

**Ключові слова:** математичні здібності, інженерне мислення, дослідницькі навички, компетентність, математичні моделі, математична підготовка, професійна діяльність, творче мислення, обернені задачі.

## DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL UNIT OF ENGINEERING AND PROFESSIONAL SKILLS OF STUDENTS IN GENERAL HIGHER TECHNICAL EDUCATION

**Klochko Vitalii**, Doctor of Sciences in Pedagogics, Professor, Professor in the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University.

ORCID: 0000-0002-9415-4451

E-mail: klochko@vstu.vinnica.ua

**Bondarenko Zlata**, PhD in Pedagogics, Associate Professor, Associate Professor in the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University.

ORCID: 0000-0003-3339-0570

E-mail: zlatikbond@mail.ru

**Kyrylashchuk Svitlana**, PhD in Pedagogics, Associate Professor, Associate Professor in the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University.

ORCID: 0000-0002-8972-3541

E-mail: ksa0775@mail.ru

*The article presents theoretical and practical aspects of the intending engineers' mathematical abilities development, since the speed of an engineer's adaptation to the new conditions of the activity depends on the qualitative assimilation of the mathematical apparatus. To obtain high-quality engineering education, students need not only computing skills, but also the ability to think, clearly and consistently express their thoughts, form the research skills, so the latter is impossible without the development of mathematical abilities of intending engineers. It is confirmed that the criterion for evaluating the effectiveness of forms and methods of training should be not only indicators of the knowledge and skills formation, but also indicators of some certain intellectual qualities formation that characterize different aspects of student development, such as the development level of professional thinking, competence, initiative, creativity, independence, etc.*

*The connection between mathematical abilities and subsequent successful engineering activity is established. The criteria for determining three levels of mathematical abilities are set out, which, in turn, have become criteria for tasks selection for the current control. The preparing of inverse tasks to the differential equations for the CRT students is largely determined by their professional orientation. In the process of this training, students study various mathematical models of inverse problems, which they use both ordinary differential equations and equations in partial derivatives.*

*The mathematical models of inverse problems for differential equations are proposed. Such tasks can be proposed as additional and have the aim of identifying students with a high level of mathematical abilities.*

**Keywords:** *mathematical abilities, engineering thinking, research skills, competence, mathematical models, mathematical training, professional activity, creative thinking, inverse tasks.*

Стрімке зростання інноваційних технологій, динаміка технологічних змін, моральне старіння обладнання вимагають від фахівця не тільки фундаментальної підготовки, а й здатності швидко освоювати нові технології. Це призводить до підвищення вимог до рівня підготовки майбутніх інженерів. Швидкість адаптації інженера до нових умов діяльності залежить від якісного засвоєння математичного апарату.

Більшість дослідників підтримають ідею, що ефективність застосування отриманих знань у професійній діяльності залежить від вміння використовувати математичні знання, оскільки в обов'язки інженера входить не тільки збір, опрацювання, аналіз і систематизація інформації з певної проблеми, а й проведення досліджень і вимірювань, аналіз і узагальнення результатів, що неможливо без фундаментальної математичної підготовки. Для отримання якісної інженерної освіти студентам необхідні не тільки обчислювальні навички, а й уміння міркувати, чітко і послідовно викладати свої думки, мати сформовані дослідницькі навички.

На наш погляд, вищезгадані уміння і навички неможливі без розвитку математичних здібностей майбутніх інженерів. Головною структурною складовою математичних здібностей студентів технічних спеціальностей повинно бути уміння бачити математичну ситуацію в будь-якій нематематичній задачі, уміння побудови математичної моделі та розв'язання такої задачі за допомогою математичних методів. У зв'язку з цим, у нашому дослідженні під математичними здібностями студентів технічних спеціальностей розуміється індивідуально-психологічна особливість розумової діяльності, яка сприяє успішному оволодінню фундаментальними математичними знаннями та обумовлює їх застосування під час розв'язання задач професійної діяльності.

Психологи, педагоги, методисти завжди приділяли значну увагу проблемам змісту вищої освіти. Зокрема це дослідження концепції змісту професійної освіти Р. Гуревич [3], І. Козловська [6], А. Коломієць [7], дослідження загальних понять та

процесів мислення А. Блум, Е. Торанс та інші, дослідження розвитку творчого мислення під час навчання математики В. Петрук [8], К. Власенко [2], В. Ключко [5].

У дослідженнях математичних здібностей свій внесок зробили такі представники певних напрямів психології, як А. Біне, Ж. Піаже, Е. Трондайк, Г. Ревеш, В. Крутецкий, Б. Теплов, С. Рубінштейн, А. Леонтьєв, А. Лурія, А. Ковальов, В. Мясищев та ін., такі математики, як А. Пуанкаре, Ж. Адамар, К. Бункер, Б. Гнеденко, А. Колмогоров та ін.

Слід зазначити, що питання розвитку математичних здібностей студентів у контексті їх інженерної діяльності залишається відкритим для теоретичного осмислення та експериментального вивчення, оскільки традиційна інформаційно-прагматична система навчання математичних дисциплін у ЗВТО достатньою мірою не зорієнтована на ефективне вирішення цієї проблеми. Це прослідковується в тому, що в теоретичних джерелах розвиток професійно значущих математичних здібностей студентів не розглядається як спеціальна педагогічна задача, а існуюча навчальна практика характеризується лише епізодичним включенням у процес викладання вищої математики окремих професійно орієнтованих завдань, не забезпечуючи тим самим цілісність розвитку математичних здібностей майбутніх інженерів.

Метою статті є висвітлення теоретичних та практичних аспектів розвитку математичних здібностей майбутніх інженерів у контексті їх професійної діяльності.

Узагальнюючи висновки праць науковців, які намагалися встановити зв'язок між математичними здібностями і подальшою успішною інженерною діяльністю, можна простежити характер такого зв'язку. Для таких результатів досліджень характерно трикутний розподіл: низькому рівню математичних здібностей відповідають низькі досягнення в інженерній галузі, в той час, як високому рівню можуть відповідати як високі, так і низькі досягнення. Трикутний розподіл фактично означає співвідношення необхідної, але недостатньої умови між математичними здібностями і досягненнями в професійній інженерній діяльності. Вказана закономірність не тільки важлива для загальної оцінки такого зв'язку, але й вказує на великий потенціал нереалізованості в найбільш обдарованій частині студентської молоді.

Підтверджено, що критерієм оцінки ефективності форм і методів навчання мають виступати не тільки показники сформованості знань, умінь і навичок, а й показники сформованості певних інтелектуальних якостей, що характеризують різні сторони розвитку студента, таких як рівень розвитку професійного мислення, компетентність, ініціатива, творчість, самостійність тощо [4].

Загально визнаною якістю інженерного мислення є здатність до творчості. Не випадково термін «інженер» означає в перекладі з латинської «здібності», «винахідливість». Визначено, що основними компонентами інженерного мислення є математичне, технічне абстрактне мислення, а також просторово-візуальні, вербальні, перцептивні здібності.

Математичні здібності студентів ЗВТО визначимо як систему певних якостей мислення, які забезпечують успішність в опануванні знань розділів вищої математики, необхідної для інженерної діяльності.

Аналізуючи значну кількість поглядів вчених про те, які компоненти мають бути складовими моделі математичних здібностей інженера, ми зупинилися на деяких з них.

1. Обчислювальні здібності (виконати наближені обчислення, оцінити результат).

2. Просторове мислення (проаналізувати креслення, уявити просторовий об'єкт, трансформувати тривимірний образ в двомірний).
3. Інженерно-математична інтуїція (оцінити адекватність результату; знайти аналогію; побудувати математичну модель, висунути і перевірити гіпотезу; знайти рішення, вирішити прикладну задачу або сформулювати підходи до її вирішення).
4. Оберненість математичного мислення (вирішити пряму і обернену задачу; сформулювати, довести або спростувати твердження, зворотне даному; навести контрприклад; застосувати формулу «праворуч-ліворуч»; довести теорему, логічна структура якої включає «тоді і тільки тоді»).

На підставі проведеного аналізу нами виділені критерії визначення трьох рівнів математичних здібностей, що в свою чергу, стали критеріями відбору завдань для поточного контролю.

1. *Низький рівень.* Такий рівень передбачає знати і розуміти основні визначення та теореми; вміти репродукувати наявну інформацію. Завдання низького рівня вимагають вміння застосовувати у стандартній ситуації відомі факти, стандартні прийоми, розпізнавати математичні об'єкти і властивості, застосовувати відомі алгоритми і технічні навички.

Наприклад. Завдання 1. Відомо, що в деякій точці  $x_0$  значення похідної функції  $y = f(x)$  дорівнює 8. Знайдіть значення диференціала функції в точці  $x_0$  при  $\Delta x = -0,6$ .

Завдання 2. Знайдіть диференціал функції  $y = \cos(\ln(x))$ .

Завдання 3. Розрахуйте наближено за допомогою диференціала  $\sqrt{16,01}$ .

У цих завданнях потрібно вміти застосувати у стандартній ситуації відому формулу  $dy = y' \Delta x$  (безпосередня підстановка значень у формулу).

2. *Середній рівень.* Такий рівень передбачає вміти аналізувати і синтезувати отриману інформацію; знати і розуміти міждисциплінарні математичні зв'язки. Завдання середнього рівня не є типовими, але знайомі студентам або виходять за рамки відомого лише в невеликому ступені.

Наприклад. Завдання 1. Дана функція.  $f(x) = x^3$  Відомо, що в деякій точці, приросту незалежної змінної відповідає головна частина приросту функції, що дорівнює  $(-0,5)$ . Знайти початкове значення незалежної змінної.

Завдання 2. Дана функція  $y = \operatorname{tg}(z)$ ,  $z = ax$ . Виразити  $d^2y$  через:

а)  $z$  і  $dz$ , б)  $x$  і  $dx$ .

Завдання 3. Знайдіть приріст і диференціал функції  $y = \sqrt[3]{x}$  при  $x = 12$  і  $\Delta x = 0,1$  Обчисліть абсолютну і відносну похибки при заміні функції її диференціалом. Зробіть креслення. Поясніть геометричний зміст диференціалу.

2. *Високий рівень.* Такий рівень передбачає уміння застосовувати різні методи і технології для розв'язання задач; уміння відображати, пояснювати, аналізувати та інтерпретувати отримані результати; уміння встановлювати міждисциплінарні зв'язки; уміння систематизувати отриману інформацію. У завданнях третього рівня потрібно знати і глибоко розуміти визначення диференціала функції та приросту функції; вміти обчислювати диференціал різними способами; вміти виконувати алгебраїчні

перетворення, вміти представляти, пояснювати, аналізувати та інтерпретувати отримані результати, будувати математичну модель задачі та розробляти алгоритм розв'язку, а також відображати і пояснювати результат.

Наприклад. Завдання 1. Знайдіть диференціал функції  $y = 2x^3 - x^2 + 5x - 1$  двома способами: а) як головну лінійну частину приросту функції; б) за допомогою похідної. Порівняйте отримані результати. Чи можуть вони виявитися різними?

Завдання 2. Доведіть, що функція  $f(x) = \frac{1 + \ln(x)}{x}$  задовольняє рівнянню  $x^2 dy = (1 - xy) dx$ .

Завдання 3. Період коливання маятника (в секундах) визначається за формулою  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ , де  $l$  – довжина маятника (в сантиметрах) і  $g = 981 \text{ см} / \text{с}^2$ . На скільки треба змінити довжину маятника  $l = 25 \text{ см}$ , щоб період коливання збільшився на  $0,08 \text{ с}$ ?

Для виокремлення структури математичних здібностей математичну діяльність характеризують як: процес розв'язання задач, способи доведень, логіку міркувань, здатність запам'ятовувати математичну теорію. Тому нині розглядається безліч різних структур, складних за своїм змістом і неоднозначності компонентів. Але думки значної кількості дослідників збігаються у тому, що математичні здібності – це не яскраво виражена риса окремого індивіда, а ціла сукупність якостей, що визначаються особливостями психічних процесів: пам'яті, мислення, сприйняття й уваги. Аналізуючи психолого-педагогічну, методичну, математичну та іншу наукову літературу, на нашу думку, математичні здібності мають наступну компонентну структуру:

- аналітичні здібності – уміння аналізувати проблему і будувати математичні моделі задач;
- конструктивні здібності – уміння інтегрувати знання з різних галузей наук під час розв'язання задач;
- дослідницькі здібності – визначення новизни в задачах, уміння зіставити з відомими класами задач, вміння аргументувати свої дії і отримані результати, вміння робити висновки;
- здібності до абстрактного мислення – оперування складними абстрактними поняттями, судженнями і висновками, що дозволяють подумки виокремити і перетворити в самостійний об'єкт розгляду окремі властивості предмета, явища;
- здібність до практичного мислення – постановка мети, розробка планів, проектів;
- інформаційна компетентність – наявність конкретних навичок особистості з використанням інформаційних технологій, знання методів опрацювання інформації різного типу, знання особливостей інформаційних потоків у своїй галузі діяльності.

В умовах зростання темпів технічного прогресу, коли знання і технології застарівають досить швидко, першочерговим є не рівень знань випускника ЗВТО, а рівень розвитку його математичних здібностей, необхідних для опанування і розробки нових інженерних технологій.

Математика, як наука, не вивчає конкретні предмети або явища в їх безпосередньому прояві. Предметом її вивчення є тільки кількісні та просторові характеристики об'єктів, явищ, процесів, що досліджуються та їх залежності. Оскільки, більшість математичних залежностей – це абстракції, які неможливо проілюструвати за допомогою реальних об'єктів, при їх вивченні застосовується такий спосіб конкретизації, як побудова математичних моделей, що мають високий ступінь абстрактності і спільності (геометричні фігури, цифри і т.д.). Для розробки нових технологій необхідна побудова якісної математичної моделі, що неможливо без «міцної» математичної бази, створеної з урахуванням математичних здібностей.

Наприклад, зміст навчання оберненим задачам для диференціальних рівнянь студентів ЗВТО багато в чому визначається їх професійною спрямованістю. У процесі такого навчання студенти досліджують різні математичні моделі обернених задач, в яких застосовуються як звичайні диференціальні рівняння, так і рівняння в частинних похідних.

Як приклад, розглянемо одновимірну обернену задачу для гіперболічного рівняння, що входить в зміст навчання оберненим задачам. В області, розглядається рівняння в частинних похідних другого порядку гіперболічного типу

$$U_{tt} = a(x)U_{xx}, \quad a(x) > 0, x > 0, t > 0, \quad (1)$$

з початковими і граничними умовами

$$U|_{t=0} \equiv 0, U_x|_{x=0} = \alpha\delta(t), t > 0 \quad (2)$$

В (1), (2)  $U = U(x, t)$ ,  $U_{tt} = \frac{\partial^2}{\partial t^2} U$ ,  $\alpha(x)$  – невідома функція,  $\delta(t)$  – дельта-функція Дірака,  $\alpha$  – задана константа. Від студентів вимагається із співвідношень (1), (2) визначити невідому функцію  $\alpha(x)$  (змінний коефіцієнт рівняння (1)) із додаткової інформації про розв'язок прямої задачі (1), (2) виду

$$U(0, t) = f(t), t > 0 \quad (3)$$

Необхідно відзначити, що в процесі навчання студенти отримують відомості про те, що математичні моделі обернених задач для диференціальних рівнянь і зокрема математична модель (1)–(3), є універсальними і здатні описувати процеси різної природи. Така універсальність підвищує пізнавальний потенціал таких математичних моделей. Студентам пояснюється, що математичні моделі обернених задач є універсальними, коли вони мають синтаксичний характер, коли семантика, змістовні знання і зміст моделюючого процесу залишаються поза цією математичною моделлю. У цьому випадку важко зробити висновок про те, який саме процес описується такою моделлю.

Дійсно, якщо в (1) функція  $U(x, t)$  – зміщення струни від положення рівноваги,

$x$  – довжина струни,  $t$  – час, а коефіцієнт  $a = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ , де  $T$  – натяг струни, а  $\rho$  – щільність

струни, то рівняння (1) може описувати малі поперечні коливання струни без впливу зовнішніх сил. Якщо ж в (1)  $U(x, t)$  – поздовжнє зміщення в момент часу елемента

стрижня з координатою  $x$  від свого положення рівноваги  $a = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ ,  $E$  – модуль Юнга

матеріалу стрижня,  $\rho$  – щільність стрижня, то (1) буде описувати поздовжні коливання стрижня сталого поперечного перерізу. Якщо  $U(x,t)$  – напруга або сила струму в момент часу  $t$  на елементах кабелів, що мають координату  $x$ ,  $a = \sqrt{\frac{1}{LC}}$  де  $L$  і  $C$  – розподілені індуктивність і ємність кабелів на одиницю довжини. Тоді (1) буде вже описувати поширення електричних збурень в лінії за відсутності втрат. Розглянемо ще один приклад. Нехай  $U(x,t)$  – напруженість електричного або магнітного полів  $a = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ , де  $c$  – швидкість світла у вакуумі,  $\varepsilon, \mu$  – діелектрична і магнітна проникності середовища відповідно. У цьому випадку рівняння (1) описує плоскі електромагнітні хвилі в непровідних середовищах. З огляду на ці зауваження, студенти усвідомлюють, що методи дослідження математичних моделей обернених задач, їх пізнавальний потенціал можуть бути використані при дослідженні різноманітних за своєю природою прикладних задач. Цінність математичної моделі як у навчанні, так і в пізнанні полягає в її універсальності: одна і та сама модель може описувати абсолютно різні об'єкти і явища.

Отже, вважаємо важливим етапом у процесі навчання будь-якої математичної дисципліни, розглядати завдання, які потребують нестандартних підходів, оригінальності мислення. Такі завдання можуть пропонуватись як додаткові і мати на меті виявлення студентів, що мають високий рівень математичних здібностей. Під час цілеспрямованого спостереження за результативністю виконання таких завдань, можна отримувати інформацію про певний рівень математичних здібностей студентів. Володіючи інформацією про розподіл студентів групи не лише за рівнем засвоєння знань та умінь з теми, а й за їх математичними здібностями, викладач має сприятливі умови для вирішення важливого завдання: створення оптимальних умов для формування та розвитку математичних здібностей майбутніх інженерів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко З. В., Кирилащук С. А. Співвідношення між фундаментальною і професійною спрямованістю навчання вищої математики майбутніх інженерів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград, 2015. Вип. 8, ч. 2. С. 3–8.
2. Власенко К. В., Сітак І. В. Забезпечення наступності під час комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій. *Реалізація наступності в математичній освіті: реалізації та перспективи*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 15–16 вересня 2016 р.). Харків, 2016. С. 150–152.
3. Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., Козяр М. М. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті майбутніх фахівців: монографія / за ред. Р. С. Гуревича. Львів: ЛДУ БЖД, 2012. 380 с.
4. Кирилащук С. А. Педагогічні умови формування інженерного мислення студентів технічних університетів у процесі навчання вищої математики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2010. 20 с.
5. Ключко В. І., Бондаренко З. В., Кирилащук С. А. Інтегративний підхід до формування професійних компетенцій майбутніх інженерів шляхом використання засобів математичного моделювання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ – Вінниця, 2016. Вип. 46. С. 114–117.
6. Козловська І. М., Пастирська І. Я. Інтеграція змісту гуманітарних та природничих дисциплін у підготовці фахівців технічного профілю. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. Київ, 2011. Вип. 2. С. 122–126.

7. Коломієць А. М., Руда О. Г. Сучасні методи активізації пізнавальної діяльності учнів і студентів у вивченні математики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ – Вінниця, 2015. № 43. С. 45–49.
8. Петрук В. А., Прозор О. П. Формування когнітивно-творчої компетенції студентів у процесі вивчення вищої математики. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики*. Кривий Ріг, 2008. Вип. VII, том 1. С. 304–307.

#### REFERENCES

1. Bondarenko Z. V., Kyrylashchuk S. A. (2015). Spivvidnoshennia mizh fundamentalnoiu i profesiinoiu spriamovanistiu navchannia vyshchoi matematyky maibutnikh inzheneriv. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education, issue 8, 3–8* [in Ukrainian].
2. Vlasenko K. V., Sitak I. V. (2016). Zabezpechennia nastupnosti pid chas komp'uterno-orientoivanoho navchannia dyferentsialnykh rivnian bakalavriv z informatsiinykh tekhnolohii. *Realizatsiia nastupnosti v matematychnii osviti: realizatsii ta perspektyvy: proceedings of the Scientific and Practical Conference*. Kharkiv, 150–152 [in Ukrainian].
3. Hurevych R. S., Kademiia M. Yu., Koziar M. M. (2012). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v profesiinii osviti maibutnikh fakhivtsiv. R. S. Hurevych (Ed.). Lviv: LDU BZHD [in Ukrainian].
4. Kyrylashchuk S. A. (2010). Pedahohichni umovy formuvannia inzhenerneho myslennia studentiv tekhnichnykh universytetiv u protsesi navchannia vyshchoi matematyky. *Extended abstract of candidate's thesis*. Vinnytsia [in Ukrainian].
5. Klochko V. I., Bondarenko Z. V., Kyrylashchuk S. A. (2016). Intehrativnyi pidkhid do formuvannia profesiinykh kompetentsii maibutnikh inzheneriv shliakhom vykorystannia zasobiv matematychnoho modeliuvannia. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems, issue 46, 114–117* [in Ukrainian].
6. Kozlovska I. M., Pastyrska I. Ya. (2011). Intehratsiia zmistu humanitarnykh ta pryrodnychykh dystsyplin u pidhotovtsi fakhivtsiv tekhnichnoho profilu. *Profesiina osvita: problemy i perspektyvy – Vocational Education: Problems and Prospects, issue 2, 122–126* [in Ukrainian].
7. Kolomiets A. M., Ruda O. H. (2015). Suchasni metody aktyvizatsii piznavalnoi diialnosti uchniv i studentiv u vyvchenni matematyky. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems, issue 43, 45–49* [in Ukrainian].
8. Petruk V. A., Prozor O. P. (2008). Formuvannia kohnityvno-tvorchoi kompetentsii studentiv u protsesi vyvchennia vyshchoi matematyky. *Teoriia ta metodyka navchannia matematyky, fizyky, informatyky – Theory and methodology of mathematics, physics, computer science, issue VII, 1, 304–307* [in Ukrainian].