ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Педагогічна освіта
УДК 37.013:51-7(075.8)
DOI https://doi.org/10.5281/zenodo.17834409

Компетентнісний підхід у викладанні математичних дисциплін: сучасні методи оцінювання результатів навчання на прикладі завдань з аналітичної геометрії

Наталія Євгенівна Титаренко
старший викладач кафедри математики і фізики
факультету інформатики, математики та економіки
Мелітопольського державного педагогічного
університету імені Богдана Хмельницького
69017, Україна, Запорізька область,
м. Запоріжжя, вул. Наукового містечка, 59
e-mail: naevti@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-2272-9586

Прийнято: 16.11.2025 | Опубліковано: 30.11.2025

Анотація: *Мета статті полягає у всебічному обґрунтуванні підходів до впровадження компетентнісної парадигми у викладанні математичних дисциплін у педагогічних закладах вищої освіти та визначенні потенціалу кривих і поверхонь ІІ порядку як ключового засобу формування професійних компетентностей майбутніх вчителів. Методи дослідження включають аналіз актуальних наукових публікацій, порівняння сучасних моделей оцінювання результатів навчання, педагогічне моделювання та розроблення компетентнісно орієнтованих задач, інтегрованих з аналітичною геометрією, математичним моделюванням і міждисциплінарними зв'язками. У* *результатах окреслено системний підхід до проєктування освітніх завдань, що сприяють розвитку просторової уяви, логічного мислення, дослідницьких умінь і здатності застосовувати математичні методи у практичних ситуаціях. Наведено приклади задач, побудованих на властивостях еліпсів, гіпербол і параболоїдів, які відображають реальні професійні контексти: аналіз траєкторій, моделювання оптичних систем, дослідження технічних конструкцій. Показано, що такі завдання підсилюють прикладний характер математичної підготовки та забезпечують високий рівень залученості студентів. У висновках підкреслено важливість переходу від репродуктивних методів до діяльнісних, орієнтованих на аналіз, дослідження й інтерпретацію моделей. Обґрунтовано необхідність створення гнучкої системи оцінювання, яка відображає здатність студентів розв'язувати комплексні проблеми, аргументувати вибір методів і критично аналізувати отримані результати. Зроблено висновок, що використання кривих і поверхонь II порядку є ефективним засобом формування інтегральних, загальних і фахових компетентностей майбутніх педагогів та відповідає вимогам сучасних освітніх стандартів.*

Ключові слова: *компетентнісний підхід, математична освіта, оцінювання, криві II порядку, поверхні II порядку, аналітична геометрія, математичне моделювання.*

ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Competency-based approach in teaching mathematical disciplines: modern methods of assessing learning outcomes using the example of tasks in analytical geometry

Nataliia Tytarenko
Senior Lecturer Department of Mathematics and Physics,
Faculty of Informatics, Mathematics and Economics,
Bohdan Khmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University,
69017, Ukraine, Zaporizhia Region
59 Naukovoy Mishechka Street, Zaporizhia
e-mail: naevti@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-2272-9586

Abstract: *The purpose of the article is to comprehensively substantiate approaches to the implementation of the competency paradigm in teaching mathematical disciplines in pedagogical institutions of higher education and to determine the potential of second-order curves and surfaces as a key means of forming professional competencies of future teachers. The research methods include the analysis of current scientific publications, comparison of modern models of assessing learning outcomes, pedagogical modeling and development of competency-oriented tasks integrated with analytical geometry, mathematical modeling and interdisciplinary connections. The results outline a systematic approach to designing educational tasks that contribute to the development of spatial imagination, logical thinking, research skills and the ability to apply mathematical methods in practical situations. Examples of tasks based on the properties of ellipses, hyperbolas and paraboloids are given, which reflect real professional contexts: trajectory analysis, modeling of optical systems, research of technical structures. It is shown that such tasks enhance the applied nature of mathematical training and ensure a high level of* *student involvement. The conclusions emphasize the importance of the transition from reproductive methods to activity-based methods focused on analysis, research and interpretation of models. The need to create a flexible assessment system that reflects the ability of students to solve complex problems, justify the choice of methods and critically analyze the results obtained is substantiated. It is concluded that the use of second-order curves and surfaces is an effective means of forming integral, general and professional competencies of future teachers and meets the requirements of modern educational standards.*

Keywords: *competency-based approach, mathematical education, assessment, curves of the second order, surfaces of the second order, analytical geometry, mathematical modeling.*

Постановка проблеми. У контексті реформування математичної освіти та переходу до компетентнісного підходу, одним із нагальних завдань є перегляд класичних тем курсу аналітичної геометрії. Особливо це стосується кривих та поверхонь ІІ порядку, які традиційно подаються в теоретичному форматі, але часто не мають зв'язку з практичними або сучасними контекстами. Ця тема має великий потенціал для розвитку просторової уяви, моделювання та глибокого розуміння властивостей математичних об'єктів. Застосування компетентнісно орієнтованих задач у цій темі сприяє розвитку вміння інтерпретувати математичні моделі, обирати ефективні методи розв'язання та працювати з реальними даними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження компетентнісного підходу у викладанні математичних дисциплін концентруються навколо питання, як побудувати навчальний процес так, щоб студенти опановували не лише зміст, а й застосування математичних моделей, аргументацію, інтерпретацію результатів та вміння працювати з цифровими інструментами. У низці новітніх праць [1, 2, 6, 8] наголошується, що компетентності вищого рівня найефективніше формуються за умов роботи студентів з прикладними, контекстуалізованими задачами та відкритими проблемами, які потребують побудови моделі, аналізу параметрів та перевірки отриманих результатів.

Значна частина робіт присвячена оцінюванню математичних компетентностей**.** У дослідженнях Васильєвої О. та ін. [2] показано, що задачі реалістичного моделювання є валідним інструментом для оцінювання здатності студентів застосовувати математичні знання в ситуаціях невизначеності; водночас автори наголошують на потребі багатовимірних критеріїв оцінювання (моделювання, інтерпретація, перевірка моделі). Подібні висновки робить і Riera [4], яка підкреслює, що рубрики оцінювання, побудовані за компетентнісним підходом, дозволяють більш точно вимірювати прогрес студентів у вмінні розв’язувати складні математичні проблеми.

Питання методів оцінювання у компетентнісному навчанні активно обговорюється і в роботах Cevikbas M., Kaiser G. [9], де аналізуються сучасні інструменти: аналітичні рубрики, комплексні проєктні завдання, комбіновані форми оцінювання, цифрова аналітика навчання. Автори доводять, що оцінювання компетентностей повинно бути інтегрованим у навчальний процес, а не здійснюватися лише у тестовому форматі.

З огляду на специфіку математичних дисциплін, важливою сферою є дослідження структури математичного мислення та впливу задачного підходу на його розвиток. A. Watson, J. Mason [11] підкреслюють значення добре сконструйованих задач, які провокують «математичне помічання», узагальнення, дослідження властивостей об’єктів, що є основою компетентнісного підходу.

Ряд досліджень присвячений цифровим інструментам у навчанні геометрії та аналітичної геометрії. В роботах Полякової О., Кузнецова В. та ін. [5, 13] показано, що динамічні геометричні середовища (GeoGebra) підсилюють

 ISSN: 2786-9458

розвиток просторового мислення та полегшують оцінювання динамічних маніпуляцій студентів. Зокрема, інструменти цифрового трасування, автоматичного збору кроків побудови та аналізу помилок дозволяють розширити можливості формувального оцінювання у задачах аналітичної геометрії.

У публікаціях Гаврилюка І., Колеснікової О., Тарасюка Л. та ін. [7, 12, 15] наголошується, що задачі на побудову та дослідження геометричних моделей — наприклад, задачі про взаємне розташування прямих, площин, параметричні рівняння або перетворення координат — особливо придатні для оцінювання математичних компетентностей, оскільки поєднують символічні, аналітичні, графічні та просторові способи міркування.

Загалом огляд літератури засвідчує тенденцію до переорієнтації оцінювання в математичній освіті на комплексні, відкриті, багатокрокові завдання, які дозволяють оцінити не лише кінцевий результат, а й хід міркування студента, вибір методів, обґрунтування, перевірку моделі та інтерпретацію. Задачі з аналітичної геометрії розглядаються дослідниками як один з найефективніших форматів таких оцінювальних інструментів, оскільки вони поєднують формальні, аналітичні й дослідницькі процедури.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак теми аналітичної геометрії, зокрема кривих і поверхонь II порядку, отримують менше практичного осмислення в таких дослідженнях — переважно як частина традиційних курсів, а не як інструмент розвитку компетентностей через моделювання. Таким чином, ця стаття заповнює методичну прогалину: демонструє конкретні компетентнісно орієнтовані задачі, їх розв’язки та підхід до оцінювання — і при цьому підкреслює прикладну цінність обраної теми аналітичної геометрії.

Постановка завдання. Мета статті — показати, як компетентнісно орієнтовані задачі на тему кривих і поверхонь II порядку можуть стати

ISSN: 2786-9458

ефективним засобом формування математичної, дослідницької, ІКТ- та професійної компетентностей майбутніх вчителів математики. Актуальність теми обумовлена такими факторами:

- Перехід до змістово-компетентнісної моделі освіти в Україні (реформа Нової української школи, оновлення університетських програм).
- Необхідність підготовки вчителів, які вміють не лише викладати теоретичну математику, але й використовувати моделювання та інструменти цифрової візуалізації.
- Зростання важливості міждисциплінарного підходу: математика пов'язується з фізикою, інженерією, астрономією й дизайном, що відкриває нові можливості для предметного навчання [7, с. 96].

Виклад основного матеріалу дослідження. Компетентнісний підхід ґрунтується на формуванні таких груп компетентностей [3, с. 32]:

1. Математична компетентність – здатність будувати логічні міркування, формулювати математичні моделі, доводити та аналізувати [9, p. 431].
2. ІКТ-компетентність – уміння використовувати цифрові інструменти (GeoGebra, Desmos, CAS-системи) для візуалізації, обчислень і досліджень.
3. Дослідницька компетентність – здатність працювати із задачами відкритого типу, проводити експерименти, аналізувати результати.
4. Предметно-професійна компетентність майбутнього вчителя – уміння трансформувати складні математичні конструкції в доступні шкільні формати.

Реалізація компетентнісного підходу вимагає перегляду методів контролю й оцінювання результатів навчання: від репродуктивних вправ – до комплексних завдань, які вимагають аналізу, моделювання, обґрунтування вибору методу та презентації результату. У компетентнісно орієнтованій моделі ефективними є такі формати оцінювання [1, с. 123]:

1. Кейс-завдання. Студенти досліджують реальну або наближену до реальної ситуацію, що потребує аналітичної та просторової інтерпретації.

2. Проєктна діяльність. Студенти створюють модель, проводять дослідження або готують візуалізацію, обґрунтовуючи методи та рішення.

3. Формувальне оцінювання. Використання проміжних мінізавдань, що дозволяють виявити якість розуміння геометричного змісту рівнянь.

4. Аналітичні Rubrics. Чіткі критерії, що оцінюють окремі складові компетентностей: математичні міркування, коректність обчислень, візуалізацію, інтерпретацію, презентацію результатів.

Наведемо приклади компетентнісно орієнтованих завдань з розділу аналітичної геометрії «Криві та поверхні ІІ порядку».

Приклад 1. *Кейс*: Проєктування фонтану з параболічною траєкторією струменя.

Ситуація. Міська рада планує облаштувати фонтан в міському парку. Струмінь води має утворювати параболічну дугу з максимальною висотою струменя — 3 м, горизонтальною дальністю від точки вильоту до точки падіння — 4 м.

Завдання для студентів:

1. Побудувати рівняння параболи, якщо початок координат розміщено в точці вильоту.
2. Знайти кут нахилу насадки, щоб струмінь досягав заданої максимальної висоти.
3. Побудувати графік параболи в GeoGebra [5, с. 45].
4. Надати рекомендації щодо зміни кута або швидкості подачі води для забезпечення стабільної траєкторії.
5. Пояснити, чому саме парабола описує траєкторію, і що станеться зі струменем у випадку впливу вітру.

Компетентності: математична, ІКТ, дослідницька, професійно-педагогічна.

Рекомендації. Парабола дуже чутлива до вітру: навіть слабкий вітер змістить траєкторію і зменшить висоту. Можна зменшити кут нахилу, але збільшити початкову швидкість так, щоб зберегти потрібну дальність і зменшити вплив вітру. Для навчальної демонстрації можна показати декілька графіків з різними

ISSN: 2786-9458

a та *h* (за допомогою слайдерів в GeoGebra) — студенти побачать, як змінюється форма.

Приклад 2. *Проєкт*: «3D-моделювання поверхонь II порядку для шкільного курсу математики»

Опис проєкту: студентам пропонується створити навчальний міні-посібник або цифровий ресурс (GeoGebra-книга, відеоінструкція або презентація), який міститиме візуалізацію поверхонь II порядку.

Завдання проєкту:

1. Створити 3D-моделі еліпсоїда, однопорожнинного гіперболоїда і параболоїда [13, p. 980].
2. Для кожної моделі:
   - подати рівняння у канонічному вигляді;
   - показати вплив коефіцієнтів на форму поверхні (динамічні повзунки);
   - підготувати короткі методичні поради для вчителя, як пояснити цю поверхню учням;
   - скласти по 2–3 завдання для учнів із використанням цих моделей.
3. Підготувати презентацію результатів та провести короткий захист.

Результат: інтерактивна книга GeoGebra або pdf-посібник із QR-кодами на 3D-моделі.

Компетентності: ІКТ, педагогічна, математична, комунікативна.

Рекомендації. Обов’язково надати аналітичні формули та короткі пояснення, що означає кожен параметр. Включити 2–3 наочні завдання для 10–11 класів з інструкцією «очікувані результати». Оцінювання: коректність моделей (30), інтерактивність та зрозумілість матеріалу (20), методичні рекомендації (20), приклади задач (20), презентація (10).

Приклад 3. Формувальне оцінювання (серія коротких завдань, спрямованих на виявлення проміжного розуміння) [15, с. 85].

Завдання 1. Визначення типу кривої. Визначити тип кривої та привести її до канонічного виду:

$$9x^2 - 4y^2 - 18x - 16y - 11 = 0$$

Очікуваний результат: студенти виконують виділення повних квадратів, визначають гіперболу.

Завдання 2. Порівняння перерізів поверхні. Дано параболоїд

$$z = x^2 + 4y^2$$

Знайти перерізи площинами $x = 1, y = 1$ та пояснити, чому одна крива — парабола, а інша — еліпс.

Завдання 3. Графічна інтерпретація. У GeoGebra побудувати еліпс

$$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} = 1$$

та пояснити, як зміниться фігура при заміні чисел 16 та 9 на 25 та 4.

Завдання 4. Міні-питання на розуміння:

- Який геометричний зміст ексцентриситету?
- Чому асимптоти важливі для дослідження гіперболи?
- Чи може парабола мати центр симетрії? Чому?

Формувальне оцінювання: студент отримує зворотний зв'язок і може виправити помилки.

Рекомендації. Форма однопорожнинного гіперболоїда часто використовується в охолоджувальних вежах через її стійкість та стрункість конструкції (мала кількість матеріалу при великій механічній жорсткості). Доцільно показати студентам перерізи вертикальними площинами — вони дають гіперболи, які визначають «пелюсткову» форму, що сприяє керованому потоку повітря. Для формування дослідницької компетентності можна доручити студентам змінювати коефіцієнти *a, b, c* та аналізувати, як це впливає на півосі еліптичного перерізу та кути асимптот. Для розвитку ІКТ-компетентності доцільно попросити їх підготувати коротку демонстрацію в GeoGebra із слайдерами та поясненням.

https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/about ISSN: 2786-9458

Приклад 4. *Rubrics* (критеріальне оцінювання). Оцінювання комплексного завдання: «Дослідження гіперболоїда».

Завдання: Дослідити поверхню

$$\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} - \frac{z^2}{16} = 1$$

Студент повинен:

- побудувати 3D-модель [12, с. 49];
- знайти перерізи площинами $x = 0,\ y = 0,\ z = 0$;
- визначити тип поверхні;
- пояснити її застосування (наприклад, у вежах охолодження ТЕС).

Таблиця 1

Rubrics (max 100 балів)

Критерій	**Опис**	**Бали**
Математичний аналіз	Правильність обчислень, класифікації, побудови канонічного вигляду	0–30
Графічна та ІКТ-частина	Створення коректної 3D-моделі, використання динаміки, якість візуалізації	0–20
Інтерпретація та обґрунтування	Пояснення геометричного змісту, аналіз перерізів, використання прикладів із життя	0–20
Дослідницький компонент	Самостійні висновки, додаткові міркування, аналіз впливу параметрів	0–20
Презентація результатів	Структурованість, грамотність, чіткість викладу	0–10

Джерело: власна розробка автора

Приклад 5. Дослідження орбіти супутника (еліпс).

Постановка задачі: Орбіта супутника є моделлю еліпса з відомими фокусами та довжиною великої осі. Необхідно:

- побудувати рівняння еліпса у канонічному виді;
- визначити ексцентриситет;

- за допомогою GeoGebra візуалізувати орбіту та знайти координати точки найбільшого наближення до Землі;
- інтерпретувати отримані результати.

Компетентності: математична, дослідницька, ІКТ.

Приклад 6. Аналіз форми рефлектора радіотелескопа (параболоїд).

Завдання: Рефлектор телескопа має форму параболоїда $z = \frac{x^2+y^2}{4f}$ Потрібно:

- побудувати перерізи площинами $x = c$ та $y = c$;
- визначити фокус відбивача та пояснити його значення;
- запропонувати рекомендації щодо зміни параметра *f* для збільшення чутливості телескопа.

Приклад 7. Моделювання освітлення в архітектурі (гіпербола).

Завдання: При проєктуванні інтер'єру світильник має бути розташований так, щоб його світловий потік рівномірно падав на певну область. Відомо, що в перерізі відбивач має форму гіперболи. Потрібно:

- вивести рівняння гіперболи у загальному вигляді за її геометричними параметрами;
- дослідити асимптоти;
- зробити висновок щодо інтенсивності освітлення в залежності від параметра *c*.

Розв'язання. Світильник має відбивач, поперечний переріз якого — гіпербола з відстанню між фокусами: $2c = 10 \Rightarrow c = 5$, відстанню між вершинами: $2a = 6 \Rightarrow a = 3$. Необхідно:

1. побудувати рівняння гіперболи;
2. знайти асимптоти;
3. показати, як параметр *c* впливає на інтенсивність освітлення;
4. надати висновки для інженера-дизайнера.

Крок 1. Параметри гіперболи

Для гіперболи $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ відомо, що $c^2 = a^2 + b^2$

ISSN: 2786-9458

Підставляємо: $5^2 = 3^2 + b^2 \quad b^2 = 16 \quad b = 4$

Крок 2. Рівняння гіперболи $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{16} = 1$

Крок 3. Знаходження асимптот

Формули асимптот: $y = \pm \frac{b}{a}x$

Підставляємо: $y = \pm \frac{4}{3}x$

Це лінії, які описують напрям розширення гіперболи та область поширення світлових променів.

Крок 4. Вплив параметра *c* на освітлення

Параметр *c* визначає положення фокусів. Фізичний зміст:

- У гіперболічному відбивачі світло, що виходить з одного фокуса, відбивається так, ніби воно йде з іншого фокуса, це забезпечує спрямованість променя.
- Якщо *c* збільшується → фокуси віддаляються → відбивач стає більш "розкритим" → світловий пучок ширший → освітлення менш інтенсивне.
- Якщо *c* зменшується → пучок звужується → світло концентрується → інтенсивність зростає.

Крок 5. Практичні поради:

- Для місць, де потрібне м'яке розсіяне освітлення, слід збільшити *c*.
- Для акцентного спрямованого світла (галереї, музеї) – зменшити *c*.
- Інженер має контролювати пропорцію між *a, b, c*, щоб уникати "сліпих зон".

Отже, гіпербола $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{16} = 1$ точно описує форму рефлектора. Асимптоти $y = \pm \frac{4}{3}x$ визначають зону поширення світла. Параметр *c* контролює ширину та інтенсивність світлового потоку.

З урахуванням наведених прикладів можна виділити переваги компетентісно орієнтованих завдань [4, p. 6]. Такі завдання:

- розвивають просторову уяву та вміння інтерпретувати математичні моделі;
- інтегрують знання з аналітичної геометрії, фізики, інформатики;

 ISSN: 2786-9458

- сприяють формуванню навичок дослідницької діяльності;
- дають змогу оцінити компетентності на різних рівнях (аналіз, творче застосування, візуалізація, аргументація).

Для оцінювання таких завдань пропонуємо використання Rubrics (див. Таблиця 1). Такий підхід забезпечує прозорість вимог, стимулює студентів до системної роботи та дозволяє комплексно оцінити сформовані компетентності.

Висновки. Використання компетентнісно орієнтованих задач із теми кривих та поверхонь II порядку допомагає студентам розвинути абстрактне геометричне мислення, оскільки вони моделюють реальні об’єкти (орбіти, відбивачі), використовують параметризацію та досліджують властивості поверхонь.

За рахунок інтеграції ІКТ-інструментів (GeoGebra, CAS) у навчальний процес майбутні вчителі математики здобувають навички створення динамічних моделей, що може суттєво збагатити педагогічні практики під час викладання в школах.

Приклади з астрономії (орбіти), архітектури (гіпербола) та інженерії (параболоїд) стимулюють студентів бачити зв’язок математики з іншими галузями, що підвищує їх мотивацію та розуміння значущості математичних понять.

Використання Rubrics для задач із кривих та поверхонь II порядку забезпечує прозорість оцінювання та систематизацію зворотного зв’язку: студенти бачать, не лише чи правильна формула, а й наскільки якісно вони проаналізували, візуалізували та інтерпретували математичні об’єкти. Сучасні формати оцінювання (аналітичні кейси, цифрові лабораторії, структуровані інтерв’ю, проєктні завдання) дозволяють отримати комплексну картину сформованих компетентностей; оцінювати не лише знання, а й уміння їх застосовувати; підсилювати мотивацію студентів через реалістичні сценарії.

 ISSN: 2786-9458

Отже, компетентнісний підхід у викладанні математичних дисциплін є ключовою умовою модернізації математичної освіти у педагогічних університетах. Тема кривих і поверхонь II порядку має значний потенціал для формування математичної, дослідницької та ІКТ-компетентностей. Використання компетентнісно орієнтованих задач, інтеграції цифрових технологій та сучасних методів оцінювання сприяє поглибленню розуміння математичних моделей та розвитку професійних умінь майбутніх вчителів математики. У подальших дослідженнях доцільним є розроблення банку таких задач та аналіз їх ефективності у різних освітніх форматах.

Список використаних джерел

1. Антонова Н. М. Компетентнісний підхід у вищій математичній освіті. Київ: Логос, 2021. 256 с.
2. Васильєва О. В. Формування математичної компетентності майбутніх учителів. Харків: ХНУ, 2020. 212 с.
3. Золотухіна С. Т. Компетентнісний підхід у математичній освіті. Київ: Либідь, 2020. 240 с.
4. Riera A. V. Rubric-based assessment in competency-oriented mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (EJMSTE). 2024. Vol. 20, No. 3. P. 1–12.
5. Полякова О. Візуалізація математичних об’єктів у середовищі GeoGebra. Харків: Основа, 2021. 144 с.
6. Семенова Л. І. Інноваційні методи у викладанні математичних дисциплін. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2022. 180 с.
7. Stewart J. Calculus and Analytic Geometry. Boston: Cengage Learning, 2022. 1392 p.
8. Теплицька І. М. Математичне моделювання в освіті: методи, технології, компетентності. Тернопіль: ТНПУ, 2020. 268 с.

https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/about ISSN: 2786-9458

9. Cevikbas M., Kaiser G. Teacher competencies and assessment practices in mathematics education: A systematic review. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 2023. Vol. 26, No. 4. P. 421–440.

10. Hitt F., Holton D. Teaching and Learning Mathematics: New Trends and Challenges. Cham: Springer, 2020. 235 p.

11. Watson A., Mason J. Mathematics as a Discipline of Noticing: Teaching and Learning through Mathematical Tasks. Oxford: Oxford University Press, 2018. 320 p.

12. Гаврилюк І. П., Колеснікова О. В. Моделювання кривих другого порядку в освітньому процесі: досвід українських вищих навчальних закладів. *Педагогіка і математика*. 2022. № 3. С. 45–58.

13. Kuznetsov V., Smith J. Teaching Analytical Geometry with Dynamic Geometry Software. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2021. Vol. 52, Issue 7. Pp. 971–989.

14. Slobodyan V. Modern Approaches to Teaching Advanced Mathematics in Teacher Education. *Journal of Mathematical Education*. 2021.

15. Тарасюк Л. М. Аналітична геометрія та моделювання в дистанційному навчанні. *Вища освіта України*. 2023. Т. 15, № 2. С. 80–95.

 ISSN: 2786-9458