



Розуменко А.О., Роуменко А.М., Удовиченко О.М. Дослідницькі завдання фахового спрямування в процесі математичної підготовки майбутніх фахівців-аграріїв. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2024. Том 12, № 8. С. 59-66. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i8-008>.

Rozumenko A.O., Rozumenko A.M., Udovychenko O.M. Doslidnytski zavdannia fakhovoho spriamuvannia v protsesi matematychnoi pidhotovky maibutnikh fakhivtsiv – ahrariiv [Professional Direction Research Tasks In The Future Agrarian Specialists' Mathematical Training]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2024. Vol.12, No 8. S. 59-66. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i8-008>.

УДК 373.5.016:519.2

DOI: 10.31110/2616-650X-vol12i8-008

**Анжела РОЗУМЕНКО<sup>1</sup>, Анатолій РОЗУМЕНКО<sup>2</sup>, Ольга УДОВИЧЕНКО<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Сумський національний аграрний університет, Україна

<sup>3</sup>Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, Україна

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4759-3320>

[angelarozumenko@ukr.net](mailto:angelarozumenko@ukr.net)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3069-9313>

[a.rozumenko@snau.edu.ua](mailto:a.rozumenko@snau.edu.ua)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3401-3251>

[udovich\\_olga@fizmatsspu.sumy.ua](mailto:udovich_olga@fizmatsspu.sumy.ua)

## ДОСЛІДНИЦЬКІ ЗАВДАННЯ ФАХОВОГО СПРЯМУВАННЯ В ПРОЦЕСІ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ-АГРАРІЇВ

**Анотація.** У статті розглянуто проблему забезпечення якісної математичної підготовки майбутніх фахівців-аграріїв. У ході підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; спостереження за математичною підготовкою майбутніх фахівців різних нематематичних спеціальностей; бесіди із студентами аграрних спеціальностей; узагальнення власного педагогічного досвіду викладання курсу вищої математики майбутнім фахівцям аграрного сектору економіки. На основі аналізу теоретичних джерел та практики викладання вищої математики підтверджено висновок про зниження якості математичної підготовки майбутніх фахівців-аграріїв. Запропоновано використання дослідницьких завдань фахового спрямування для групової роботи студентів на заняттях з вищої математики як одного із шляхів покращення якості математичної підготовки, розвитку дослідницьких умінь студентів та підвищення їх навчальної мотивації. Обґрунтовано необхідність вивчення курсу вищої математики студентами нематематичних спеціальностей. Виокремлено різні аспекти проблеми забезпечення якісної математичної підготовки майбутніх фахівців-аграріїв. Розкрито методичні особливості навчання вищої математики студентів аграрних спеціальностей. Обґрунтовано висновок про доцільність використання дослідницьких завдань фахового спрямування для покращення якості математичної підготовки, розвитку дослідницьких умінь та підвищення навчальної мотивації студентів аграрного університету. Запропоновано структуру та зміст дослідницького завдання фахового спрямування з теми «Елементи аналітичної геометрії». Розкрито особливості організації навчальної діяльності студентів у процесі розв'язування дослідницьких завдань з вищої математики фахового спрямування.

**Ключові слова:** математична підготовка; вища освіта; студенти аграрних спеціальностей; дослідницькі завдання; фахове спрямування.

**Anzhela ROZUMENKO<sup>1</sup>, Anatolii ROZUMENKO<sup>2</sup>, Olga UDOVYCHENKO<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Sumy National Agrarian University, Ukraine

<sup>3</sup>Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Ukraine

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4759-3320>

[angelarozumenko@ukr.net](mailto:angelarozumenko@ukr.net)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3069-9313>

[a.rozumenko@snau.edu.ua](mailto:a.rozumenko@snau.edu.ua)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3401-3251>

[udovich\\_olga@fizmatsspu.sumy.ua](mailto:udovich_olga@fizmatsspu.sumy.ua)

## PROFESSIONAL DIRECTION RESEARCH TASKS IN THE FUTURE AGRARIAN SPECIALISTS' MATHEMATICAL TRAINING

**Abstract.** The problem of ensuring qualified mathematical training for future specialists- agrarians is examined in the article. The following research methods were used while preparing the article: a comparative analysis of theory development revealed in scientific and educational literature; monitoring the mathematical training of future specialists in various areas; conversations with students of agricultural specialties; generalization of authors' own pedagogical experience of teaching higher mathematics course for future specialists of the agrarian sector of the economy. Based on the analysis of theoretical sources and the practice of teaching higher mathematics, the conclusion about the decreasing quality of mathematical training of future specialists- agrarians, was confirmed. The use of specialized research tasks for group work for students in higher mathematics classes is proposed as one of the ways to improve the quality of mathematical training, develop students' research skills, and increase their educational motivation. The necessity of studying a higher mathematics course by students of non-mathematical specialties is substantiated. Various aspects of the problem of ensuring high-quality mathematical training for future specialists - agrarians are singled out. The methodical special features of teaching higher mathematics for students of agrarian specialties are revealed. The conclusion about the expediency of using research tasks in a professional direction to improve the quality of mathematical training,

*develop students' research skills, and increase their educational motivation, is substantiated. The structure and content of the research task of the professional direction are proposed on the topic "Elements of analytical geometry". The peculiarities of the organization of students' educational activities are revealed in solving higher mathematics research tasks of the professional direction.*

**Keywords:** *mathematical preparation; higher education; students of agricultural specialties; research tasks; professional direction.*

**Вступ.** Навчальний предмет «Математика» визначено як один з обов'язкових, що входить до національного мультипредметного тесту, за результатами якого оцінюють знання випускників середніх закладів освіти нашої країни в умовах військового стану. Протягом останніх років спостерігається тенденція значного зниження рівня математичної підготовки випускників шкіл. Цей факт викликає занепокоєння представників усіх освітніх рівнів. В українському суспільстві продовжуються дискусії щодо виключення математики із списку обов'язкових предметів державної атестації. Досить часто озвучується думка про те, що іспит з математики мають складати тільки ті випускники, які вибирають спеціальності, що безпосередньо пов'язані з математичними галузями.

Як показує власний досвід, ця проблема обговорюється і студентами закладів вищої освіти, що вивчають курс вищої математики. Значна кількість здобувачів вищої освіти (найчастіше це випускники з низьким рівнем шкільної математичної підготовки) вважають, що математику мають вивчати тільки студенти, які обрали математичні спеціальності. На жаль, таку позицію інколи поділяють і представники адміністрацій різних факультетів, що мають досить широкі повноваження в межах університету. Як наслідок, скорочення годин на вивчення курсу вищої математики, а інколи і виключення цього курсу з навчальних планів. Такий підхід є неприйнятним, особливо в умовах викликів, в яких зараз живе Україна, а саме, необхідності зміцнення обороноспроможності країни та необхідності відновлювати і розвивати технічну інфраструктуру (енергетику, транспорт, житлово-комунальну сферу).

Посилення математизації основних напрямів діяльності суспільства, високий рівень технологій, що є базою безпеки країни, розширення сфери використання математичних знань підвищують значення якісної математичної підготовки для кожного майбутнього фахівця у різних професійних сферах. Суспільні зміни, зростаючі темпи розвитку агропромислового комплексу зумовлюють необхідність вивчення фундаментальних дисциплін, зокрема математики, студентами закладів вищої освіти аграрного профілю. Тому проблема забезпечення якісної математичної підготовки майбутнього фахівця-аграрія залишається актуальною і стає сьогодні ще більш гострою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема забезпечення якісної математичної підготовки майбутніх фахівців досліджується як вітчизняними науковцями [3;6;7;11], так і вченими інших країн [13-23]. Розглядають різні аспекти цієї проблеми, зокрема: впровадження компетентнісного підходу у процес навчання вищої математики [3;7;13;15;19;22], використання комп'ютерно – орієнтованих методичних систем навчання математичним дисциплінам [7;11;20], особливості викладання курсу вищої математики студентам закладів вищої освіти різних напрямів підготовки [3;6;12;14;16;17;18;21;23].

Аналіз науково-методичної літератури показав, що більшість дослідників занепокоєні низьким рівнем математичної підготовки випускників шкіл та слабкою навчальною мотивацією студентів щодо вивчення курсу вищої математики. Викладачі закладів вищої освіти відмічають наявність у студентів значних утруднень при засвоєнні навчального матеріалу з математики. Тому триває пошук методичних систем, спрямованих на вирішення вищезазначених питань та забезпечення якісної математичної підготовки майбутніх фахівців.

Ми поділяємо думку науковців [2], які вважають, що історично склалися дві сторони призначення математичної освіти: практична, пов'язана зі створенням і застосуванням інструментарію, потрібного людині в її продуктивній діяльності, і інтелектуальна, пов'язана з мисленням людини, з оволодінням певним методом пізнання і перетворенням дійсності за допомогою математичних методів.

Математика оперує абстрактними поняттями, структурами, які здається «не використовуються» в професійній діяльності. Разом з тим, сьогодні світ змінюється надзвичайно швидко. Професійна інформація постійно оновлюється. Володіти таким великим обсягом знань стає фізично неможливим. Тому триває пошук сучасних методичних підходів, спрямованих на розвиток універсальних, загальних професійних умінь майбутнього фахівця, які можуть забезпечити його конкурентоспроможність на ринку праці. Саме для реалізації цих завдань освіти значення математичної підготовки важко переоцінити. Математичні поняття мають дуже високий ступінь абстрагування. Тому вивчення математичних структур є потужним інструментом розвитку логічного мислення і прийомів розумової діяльності, які є необхідними якостями сучасного фахівця. Людина, яка вміє виокремлювати структурні абстрактні елементи, встановлювати зв'язки між ними, порівнювати і узагальнювати, виділяти головне і робити висновки зможе наповнювати ці елементи оновленим змістом і буде успішною і конкурентоспроможною в будь-якій професійній сфері протягом тривалого часу [9].

Більше того, сьогодні математична освіта трактується і як психологічний феномен, що відбивається в різних психічних сферах особистості і змінюється під впливом навчання математики [2].

Науковці виокремлюють наступні завдання математичної підготовки фахівців аграрного профілю:

1) оволодіння студентами системою математичних знань, умінь, навичок, необхідних у майбутній професійній діяльності та повсякденному житті, а також достатніх для вивчення інших дисциплін та можливості навчатися протягом життя;

2) формування у студентів наукового світогляду, уявлень про ідеї та методи математики, її роль у пізнанні дійсності та розвитку різних галузей науки та техніки;

3) інтелектуальний (логічне мислення, просторова уява, алгоритмічна культура) та особистісний (пам'ять, увага, наполегливість) розвиток студентів.

Важливість завдань переконує, що навчання математики має бути обов'язковим для студентів аграрних університетів всіх спеціальностей.

Дослідники [1] зазначають, що формування математичних знань, умінь, навичок студентів аграрних спеціальностей у сучасному закладі вищої освіти повинно задовольняти наступним принципам:

1) принципу цілеспрямованості (зв'язок математики з відповідним напрямом підготовки);

2) принцип неперервності (вивчення математичних методів упродовж всього періоду навчання і використання їх у курсах спеціальних дисциплін, а також при написанні дипломних і магістерських робіт);

3) принцип наступності (удосконалення математичної підготовки до вступу у заклади вищої освіти, при навчанні у закладах вищої освіти та після їх закінчення);

4) принцип моделювання (формування математичного мислення, за допомогою якого суб'єкт навчання виявляє причинно-наслідкові зв'язки не лише в математиці, але й професійній та іншій суспільній діяльності);

5) принцип мотивації (визначення змісту курсу математики, форм і методів навчального процесу, що забезпечують підвищення зацікавленості студентів у вивченні математики, введення наочності за допомогою технічних засобів навчання і персональних комп'ютерів);

6) принцип універсальності (введення професійно-прикладної складової, що формує уявлення про універсальність математичних формул і методів);

7) принцип самонавчання і самовиховання (розвиток здатності студента до самонавчання та самовиховання).

Природньо, що при визначенні змісту курсу математики та виборі методичних підходів щодо його викладання, бажано враховувати специфіку професійної діяльності майбутнього фахівця. Це позитивно впливає на навчальну мотивацію студентів. Вважаємо за доцільне наслідувати принцип цілеспрямованості, який є першим у наведеному переліку, уточнити як принцип фахового спрямування математичної підготовки студентів.

У викладача математики, що працює із студентами нематематичних спеціальностей, дуже обмежені можливості щодо реалізації фахового спрямування математичної підготовки майбутніх фахівців. Низький рівень знань шкільної математики, дуже обмежена кількість годин на вивчення курсу, недостатня навчальна мотивація студентів зумовлюють пошук методичних підходів, які дозволяють хоча б частково нівелювати вищезазначені проблеми.

Специфіка вивчення математичних дисциплін полягає в тому, що засвоєння навчального матеріалу відбувається через розв'язування задач. Саме цей вид навчальної діяльності є основним у процесі навчання математики. Теоретично обґрунтовано і експериментально перевірено, що одним із ефективних шляхів реалізації фахового спрямування математичної підготовки студентів аграрних університетів є розв'язування прикладних задач [4]. Разом з тим, власний досвід роботи свідчить про наявність певних проблем при реалізації даного підходу. На практичних заняттях з вищої математики викладачу і студентам не вистачає часу на одночасне опрацювання загальних відомостей з профільних предметів і теоретичного матеріалу з математики, які необхідні для розв'язування достатньої кількості прикладних задач з певної теми.

Тому вважаємо за доцільне пропонувати студентам дослідницькі завдання з вищої математики фахового спрямування.

**Мета дослідження** полягає в обґрунтуванні доцільності використання дослідницьких завдань фахового спрямування в процесі математичної підготовки майбутніх фахівців – аграріїв.

**Методи дослідження.** У ході підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; спостереження за математичною підготовкою майбутніх фахівців різних нематематичних спеціальностей; бесіди із студентами аграрних спеціальностей; узагальнення власного педагогічного досвіду викладання курсу вищої математики майбутнім фахівцям аграрного сектору економіки.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Філософія трактує поняття «дослідження» як спосіб пізнання, пов'язаний із спеціальним видом діяльності, яку називають «дослідницькою діяльністю». Дослідницька діяльність – це особлива людська діяльність, яка регулюється свідомістю і активністю особистості, спрямована на задоволення пізнавальних, інтелектуальних потреб, результатом якої є нове знання, отримане відповідно до поставленої мети і об'єктивних законів пізнання [5].

Дослідницькі вміння студентів – це вміння, через які реалізується дослідницька діяльність у процесі навчання. Ми вважаємо, що складовими компонентами таких умінь є вміння аналізувати, порівнювати, виділяти головне, робити узагальнюючі висновки. Ми поділяємо думку науковців, які стверджують, що в процесі розвитку дослідницьких умінь студенти навчаються самостійно отримувати знання через оволодіння специфічними процедурами: бачити проблему і висувати гіпотезу її вирішення; планувати й проводити експерименти; рефлексувати та оцінювати свою діяльність; переносити раніше засвоєні знання і вміння в нову ситуацію [8].

Дослідницькими ми називаємо завдання, які забезпечують розвиток дослідницьких умінь майбутніх фахівців, що, на нашу думку, є одним з актуальних завдань сучасної освіти.

Фахове спрямування таких завдань може бути реалізовано через формулювання і, як показує досвід, позитивно впливає на навчальну мотивацію студентів.

Зауважимо, що ми не ставимо за мету обов'язково продемонструвати студентам можливість використання математики в майбутній професійній діяльності. На нашу думку, це досить штучний підхід. Як зазначалося вище, значення математичної підготовки є більш глобальним. Головне завдання вивчення математики полягає у формуванні умінь оперувати абстрактними поняттями, проводити певні «дослідження» з використанням математичних фактів, «конструкцій», застосовувати теоретичні відомості для розв'язування задач, знаходити необхідну інформацію для вирішення навчальної проблеми. Вважаємо, що специфіка математики, її абстрактність і загальність, дозволяють розвивати названі вміння досить ефективно. І саме ці універсальні вміння, як зазначалося вище, стануть у нагоді для майбутнього фахівця, зокрема фахівця аграрного сектору економіки.

Наведемо приклад дослідницького завдання фахового спрямування з теми «Елементи аналітичної геометрії».

Зауважимо, що аналітична геометрія — розділ геометрії, в якому геометричні образи (прямі, площини, лінії, поверхні) досліджуються методами лінійної алгебри за допомогою методу координат.

Отже, цілий розділ геометрії необхідно розглянути в межах однієї теми, на яку заплановано одна лекція і два практичних заняття! Очевидно, що перед викладачем постає питання вибору змісту навчального матеріалу і способів організації навчальної діяльності студентів.

При виборі змісту навчального матеріалу використовуємо «принцип мінімізації» (залишаємо розгляд геометричних образів тільки на площині) і принцип наступності (за можливості посиляємося на факти шкільної математики, встановлюємо зв'язки між шкільним курсом математики і вищою математикою) [10].

Зміст навчального матеріалу з теми «Елементи аналітичної геометрії» обмежуємо розглядом наступних питань:

1. Координати точки на площині і в просторі. Рівняння геометричних фігур.
2. Пряма на площині (способи задання). Різні види рівнянь прямої на площині. Взаємне розміщення прямих на площині (умова паралельності, перпендикулярності, кут між прямими).
3. Криві другого порядку (канонічні рівняння, побудова, властивості): коло, еліпс, гіпербола, парабола.

При виборі методичних підходів щодо навчання студентів спираємося на загальні дидактичні принципи:

- 1) науковості (розкриваємо основну ідею теми щодо вивчення геометричних образів алгебраїчними методами);
- 2) наочності (використання рисунків, схем, таблиць, опорного конспекту);
- 3) свідомості, активності і самостійності (заповнення опорного конспекту, розв'язування задач, виконання дослідницького завдання фахового спрямування);
- 4) індивідуального підходу (дослідницьке завдання пропонується групі студентів з різними рівнем математичної підготовки).

На лекції пропонуємо план вивчення теми і стислий конспект з друкованою основою, який заповнюється протягом лекції (це дозволяє заощадити час на пояснення основних ідей теми). Конспект містить основні теоретичні факти навчального матеріалу (означення понять; основні рівняння з поясненням компонентів, що входять до них; рисунки з частинними випадками загального рівняння прямої на площині, схеми із взаємним розміщенням прямих на площині, побудови кривих другого порядку), які опрацьовуються на практичних заняттях. На першому практичному занятті студентам пропонуються типові задачі на опрацювання рівнянь і формул. На другому практичному

занятті пропонуємо студентам дослідницьке завдання фахового спрямування: на рисунку (Рис. 1) зображено форму квіткової клумби, межами якої є відрізки деяких прямих (чотири прямі) і фрагменти кривих другого порядку (трьох кіл і однієї параболи). Запишіть рівняння відповідних геометричних образів та знайдіть кути між відрізками прямих.

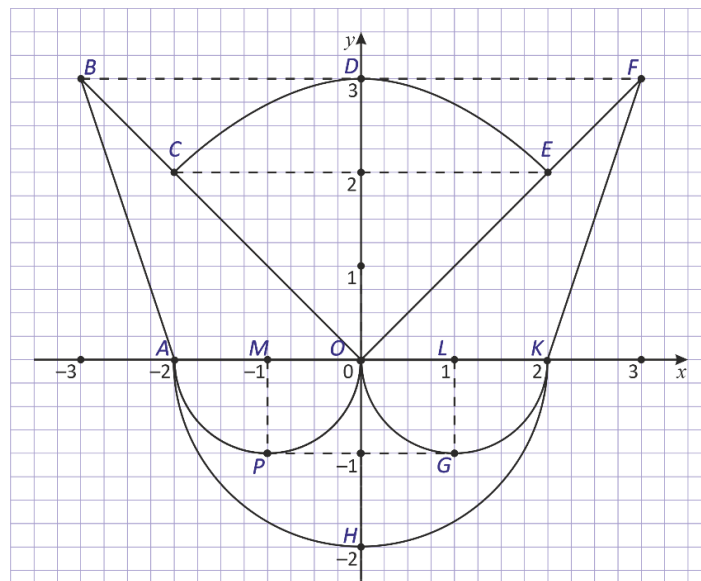


Рис. 1. Форма квіткової клумби

Завдання конкретизуємо наступним планом виконання:

1. За рисунком визначте координати точок  $A, B, F, K$ . Скористайтеся рівнянням прямих, що проходять через дві задані точки і запишіть рівняння прямих  $(AB), (FK)$ .
2. Визначте кут між прямими  $(OB), (OF)$  і координатною віссю абсцис. Скористайтеся геометричним змістом тангенса кута і визначте кутові коефіцієнти цих прямих. Скористайтеся рівнянням прямих, які задані кутовим кутом і точкою, через яку проходять і запишіть рівняння прямих  $(OB)$  і  $(OF)$ .
3. Запишіть рівняння прямих  $(AB), (FK), (OB), (OF)$  у загальному вигляді і знайдіть косинуси кутів  $\angle ABO$  і  $\angle KFO$ . Визначте наближено градусну міру цих кутів.
4. Скористайтеся рівнянням кола з центром у початку координат і запишіть рівняння кола  $(O; r = OK)$ .
5. Скористайтеся рівнянням кола з центром у довільній точці і запишіть рівняння кіл  $(M; r = OM)$  і  $(L; r = OL)$ .
6. Запишіть канонічне рівняння параболи. Визначте за рисунком координати вершини  $D$  і значення параметра  $p$  параболи  $CDF$ . Запишіть рівняння параболи.

Завдання пропонуємо для групи студентів (3–5 осіб) з різним рівнем математичної підготовки. Кожний учасник групи має звітувати хоча за одну побудову.

Фахове спрямування завдання можна посилити за рахунок додаткових вимог, а саме: розбити клумбу на уявні ділянки і підібрати рослини за висотою, кольором і періодом цвітіння; обчислити площу всіх ділянок, розрахувати кількість насінневого матеріалу для кожної з них тощо.

Для перевірки правильності виконання завдання можна виконати побудови (за рівняннями, які отримали студенти у ході дослідження) в середовищі програм динамічної математики, що значно підвищує пізнавальний інтерес студентів.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Проблема забезпечення якісної математичної підготовки майбутніх фахівців є актуальною як для закладів вищої освіти України, так і для багатьох університетів інших країн. Особливо гостро це питання постає для студентів нематематичних спеціальностей. Специфіка навчального матеріалу з математики, а саме його абстрактність і структурованість, забезпечують розвиток універсальних якостей особистості (логічного мислення, прийомів розумової діяльності, просторової уяви тощо), які є необхідними для успішної професійної діяльності у будь-якій сфері.

Суспільні зміни, зростаючі темпи розвитку агропромислового комплексу зумовлюють необхідність вивчення математики студентами закладів вищої освіти аграрного профілю.

Триває пошук методичних підходів, що забезпечують якісну математичну підготовку майбутніх фахівців – аграріїв.

Власний досвід викладання вищої математики студентам аграрного університету дозволив зробити висновок про доцільність та ефективність використання дослідницьких завдань з вищої математики фахового спрямування.

Бесіди із студентами підтверджують той факт, що групова робота щодо виконання завдань такого типу підвищує навчальну мотивацію та зацікавленість студентів на заняттях з вищої математики. Спостереження за результатами навчальної діяльності студентів показують, що вони почуваються більш впевнено при опрацюванні теоретичного матеріалу з математики та використанні його у процесі розв'язування задач.

Разом з тим, ефективність використання дослідницьких завдань з вищої математики фахового спрямування потребує експериментальної перевірки як на предмет формування дослідницьких умінь, так і щодо рівня математичної підготовки майбутніх фахівців - аграріїв. Ці питання є предметом наших подальших досліджень. Подальшої розробки потребує методика оцінювання виконання завдань такого типу з урахуванням групової форми роботи.

### Список використаних джерел

1. Дубчак В.М., Новицька Л.І. Особливості математичної підготовки студентів аграрних ВНЗ. *Професійна підготовка фахівців в контексті потреб сучасного ринку праці*: матеріали Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 17 лютого 2016 р. Вінниця: ВНАУ, 2016. С. 149-158.
2. Дутка Г.Я. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх фахівців: методологічний та морально-етичний компоненти. *Наука. Релігія. Суспільство*. 2008. № 2. С. 239-244. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/29514/38-Dutka.pdf?sequence=1>
3. Коломієць А.А. Теоретичні засади впровадження компетентнісного підходу у процесі фундаментальної математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2019. Т. 4, № 1. С. 25-32.
4. Коломієць А.А. Професійна спрямованість математичної підготовки студентів технічних спеціальностей у контексті фундаменталізації освітнього процесу. *Математика, інформатика, фізика: наука та освіта*. 2024. Т. 1, № 1. С. 89-98. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-1955-2024-01-09>
5. Кондратюк О., Шульга Р. Педагогічні умови формування дослідницьких умінь молодших школярів на уроках математики засобами інтегрованого навчання. *Людинознавчі студії. Серія «Педагогіка»*. № 44 (2021). С. 99-104. URL: <http://pedagogy.dspu.in.ua/index.php/pedagogy/issue/view/13>
6. Нічуговська Л.І. Науково-методичні основи математичної освіти студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2005. 36 с.
7. Раків С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: монографія. Харків: Факт, 2005. 360 с.
8. Рашевська Н.В. Модель формування дослідницьких компетентностей учнів на уроках математики. *Науковий вісник Ужгородського національного університету : серія: Педагогіка. Соціальна робота*. Ужгород : Говерла, 2017. Вип. 1 (40). С. 238-241.
9. Розуменко А.О., Розуменко А.М. Про необхідність якісної математичної підготовки майбутнього фахівця. *Пріоритетні напрями розвитку науки, освіти, технологій та інноваційної діяльності в Україні*: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 12 квітня 2024 р.). Полтава, 2024. С. 20-22.
10. Розуменко А.О., Розуменко А.М. Реалізація принципу наступності у процесі дистанційного навчання вищої математики студентів нематематичних спеціальностей. *Наука і техніка сьогодні (Серія «Педагогіка», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Фізико-математичні науки», Серія «Техніка»)*. 2023. № 8(22). С. 255-267. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-8\(22\)](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-8(22))
11. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2005. 48 с.
12. Ярхо Т. О. Теоретичні і методичні основи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у вищих навчальних закладах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Харків, 2017. 626 с. URL: [http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/2018/09/dis\\_Yarkho1.pdf](http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/2018/09/dis_Yarkho1.pdf)
13. Abdulwahed M., Jaworski B., Crawford A. R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. *Nordic Studies in Mathematics Education*. 2012. № 17 (2). P. 49-68. URL: [https://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/17\\_2\\_049068\\_abdulwahed.pdf](https://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/17_2_049068_abdulwahed.pdf)
14. Alpers B. A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education: a Report of the Mathematics Working Group. *Brussels: European Society for Engineering Education*, 2013. 88 p. URL: <http://sefibenvvh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/07/Competency-based-curriculum-incl-ads.pdf>
15. Blomhøj M., Jensen T. H. Developing mathematical modeling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*. 2003. Vol. 22, № 3. P. 123-139. URL: [https://www.researchgate.net/publication/290429778\\_Developing\\_mathematical\\_modelling\\_competence\\_Conceptual\\_clarification\\_and\\_educational\\_planning](https://www.researchgate.net/publication/290429778_Developing_mathematical_modelling_competence_Conceptual_clarification_and_educational_planning)
16. Broadbridge P., Henderson S. Mathematics education for 21st century engineering students. *Presentation to the Symposium Mathematics for 21st Century Engineering Students*: Australian Mathematical Sciences Institute. 1 March 2008. 56 p. URL: <https://amsi.org.au/?publications=mathematics-education-for-21st-century-engineering-students>
17. Burry J. Mathematical Relations in Architecture and Spatial Design. *Spatial Information Architecture Laboratory*. 2012. P. 100-105. URL: [http://www.math.unipa.it/~grim/21\\_project/21\\_charlotte\\_BurryPaperEdit2.pdf](http://www.math.unipa.it/~grim/21_project/21_charlotte_BurryPaperEdit2.pdf)

18. Engelbrecht J., Bergsten C., Kagesten O. Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum: student conceptions and performance. *Journal Engineering Education*. 2012. Vol. 101 (1). P. 138-162. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00045.x>
19. Ke F., Grabovski B. Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Education Technology*. 2007. Vol. 38, № 2. P. 249-259.
20. Lagrange J. B. Analysing the impact of ICT on Mathematics teaching practices. *European Research in Mathematics Education III: proceedings of the 3d Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. Bellaria Italia, 2014. P. 1-10. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=46192f7aa62ad6b2df5b8ec8d807a6f004c18a66>
21. Lyon J. A., Magana A. J. A Review of Mathematical Modeling in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 36. № 1 (A). P. 101-116. URL: [https://www.ijee.ie/1atestissues/Vol36-1A/09\\_ijee3860.pdf](https://www.ijee.ie/1atestissues/Vol36-1A/09_ijee3860.pdf)
22. Rathva P. Teaching Mathematics through activities. 2012. 42 p. URL: <https://ru.scribd.com/document/389158546/TEACHING-MATHEMATICS-Parul-Rathva-pdf>
23. Saiman, Wahyuningsih P., Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra. *International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application*. 2017. Series 855. P. 1-10. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/855/1/012041/pdf>

### References

1. Dubchak V.M., Novytska L.I. Osoblyvosti matematychnoi pidhotovky studentiv ahrarnykh VNZ. *Profesiina pidhotovka fakhivtsiv v konteksti potreb suchasnoho rynku pratsi: materialy Vseukr. nauk.-prakt. Internet-konf., 17 liutoho 2016 r.* Vinnytsia: VNAU, 2016. S. 149-158.
2. Dutka H.Ia. Fundamentalizatsiia matematychnoi pidhotovky maibutnykh fakhivtsiv: metodolohichni ta moralno-etychnyi komponenty. *Nauka. Relihiia. Suspilstvo*. 2008. № 2. S. 239-244. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/29514/38-Dutka.pdf?sequence=1>
3. Kolomiets A.A. Teoretychni zasady vprovadzhenia kompetentnisnoho pidkhdou u protsesi fundamentalnoi matematychnoi pidhotovky fakhivtsiv tekhnichnykh spetsialnostei. *Pedahohika bezpeky*. 2019. T. 4, № 1. S. 25-32.
4. Kolomiets A.A. Profesiina spriamovanist matematychnoi pidhotovky studentiv tekhnichnykh spetsialnostei u konteksti fundamentalizatsii osvitnoho protsesu. *Matematyka, informatyka, fizyka: nauka ta osvita*. 2024. T. 1, № 1. C. 89-98. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-1955-2024-01-09>
5. Kondratiuk O., Shulha R. Pedahohichni umovy formuvannia doslidnytskykh umin molodshykh shkolariv na urokakh matematyky zasobamy intehrovanoho navchannia. *Liudynoznavchi studii. Seriiia «Pedahohika»*. № 44 (2021). S. 99-104. URL: <http://pedagogy.dspu.in.ua/index.php/pedagogy/issue/view/13>
6. Nichuhovska L.I. Naukovo-metodychni osnovy matematychnoi osvity studentiv ekonomichnykh spetsialnostei vyshchykh navchalnykh zakladiv: avtoref. dys. ... d-ra ped. nauk: 13.00.04. Nats. ped. un-t im. M. P. Drahomanova. Kyiv, 2005. 36 s.
7. Rakov S.A. Matematychna osvita: kompetentnisnyi pidkhid z vykorystanniam IKT: monohrafiia. Kharkiv: Fakt, 2005. 360 s.
8. Rashevska N.V. Model formuvannia doslidnytskykh kompetentnostei uchniv na urokakh matematyky. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu : seriiia: Pedahohika. Sotsialna robota*. Uzhhorod : Hoverla, 2017. Vyp. 1 (40). S. 238-241.
9. Rozumenko A.O., Rozumenko A.M. Pro neobkhdnist yakisnoi matematychnoi pidhotovky maibutnoho fakhivtsia. *Priorytetni napriamy rozvytku nauky, osvity, tekhnolohii ta innovatsiinoi diialnosti v Ukraini: zbirnyk tez dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Poltava, 12 kvitnia 2024 r.)*. Poltava, 2024. S. 20-22.
10. Rozumenko A.O., Rozumenko A.M. Realizatsiia pryntsyphu nastupnosti u protsesi dystantsiinoho navchannia vyshchoi matematyky studentiv nematematychnykh spetsialnostei. *Nauka i tekhnika sohodni (Seriiia «Pedahohika», Seriiia «Pravo», Seriiia «Ekonomika», Seriiia «Fizyko-matematychni nauky», Seriiia «Tekhnika»)*. 2023. № 8(22). S. 255-267. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-8\(22\)](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-8(22))
11. Tryus Yu. V. Kompiuterno-oriientovani metodychni systemy navchannia matematychnykh dystsyplin u vyshchykh navchalnykh zakladakh: avtoref. dys. ... d-ra ped. nauk: 13.00.02 / Nats. ped. un-t im. M. P. Drahomanova. Kyiv, 2005. 48 s.
12. Iarkho T. O. Teoretychni i metodychni osnovy fundamentalizatsii matematychnoi pidhotovky maibutnykh fakhivtsiv tekhnichnoho profilu u vyshchykh navchalnykh zakladakh.: dys.... d-ra ped. nauk: 13.00.04. Kharkiv, 2017. 626 s. URL: [http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/2018/09/dis\\_Yarkho1.pdf](http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/2018/09/dis_Yarkho1.pdf)
13. Abdulwahed M., Jaworski B., Crawford A. R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. *Nordic Studies in Mathematics Education*. 2012. № 17 (2). P. 49-68. URL: [https://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/17\\_2\\_049068\\_abdulwahed.pdf](https://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/17_2_049068_abdulwahed.pdf)
14. Alpers B. A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education: a Report of the Mathematics Working Group. *Brussels: European Society for Engineering Education*, 2013. 88 p. URL: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/07/Competency-based-curriculum-incl-ads.pdf>
15. Blomhoj M., Jensen T. H. Developing mathematical modeling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*. 2003. Vol. 22, № 3. P. 123-139. URL: [https://www.researchgate.net/publication/290429778\\_Developing\\_mathematical\\_modelling\\_competence\\_Conceptual\\_clarification\\_and\\_educational\\_planning](https://www.researchgate.net/publication/290429778_Developing_mathematical_modelling_competence_Conceptual_clarification_and_educational_planning)

16. Broadbridge P., Henderson S. Mathematics education for 21st century engineering students. *Presentation to the Symposium Mathematics for 21st Century Engineering Students*: Australian Mathematical Sciences Institute. 1 March 2008. 56 p. URL: <https://amsi.org.au/?publications=mathematics-education-for-21st-century-engineering-students>
17. Burry J. Mathematical Relations in Architecture and Spatial Design. *Spatial Information Architecture Laboratory*. 2012. P. 100-105. URL: [http://www.math.unipa.it/~grim/21\\_project/21\\_charlotte\\_BurryPaperEdit2.pdf](http://www.math.unipa.it/~grim/21_project/21_charlotte_BurryPaperEdit2.pdf).
18. Engelbrecht J., Bergsten C., Kagesten O. Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum: student conceptions and performance. *Journal Engineering Education*. 2012. Vol. 101 (1). P. 138-162. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00045.x>
19. Ke F., Grabovski B. Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Education Technology*. 2007. Vol. 38, № 2. P. 249-259.
20. Lagrange J. B. Analysing the impact of ICT on Mathematics teaching practices. *European Research in Mathematics Education III: proceedings of the 3d Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. Bellaria Italia, 2014. P. 1-10. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=46192f7aa62ad6b2df5b8ec8d807a6f004c18a66>
21. Lyon J. A., Magana A. J. A Review of Mathematical Modeling in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 36. № 1 (A). P. 101-116. URL: [https://www.ijee.ie/1atestissues/Vol36-1A/09\\_ijee3860.pdf](https://www.ijee.ie/1atestissues/Vol36-1A/09_ijee3860.pdf)
22. Rathva P. Teaching Mathematics through activities. 2012. 42 p. URL: <https://ru.scribd.com/document/389158546/TEACHING-MATHEMATICS-Parul-Rathva-pdf>.
23. Saiman, Wahyuningsih P., Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra. *International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application*. 2017. Series 855. P. 1-10. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/855/1/012041/pdf>.