

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет математики та інформатики
Кафедра математики та методики її навчання

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

_____ Наталія Генсіцька-Антонюк

« _____ » _____ 2025р.

протокол №

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ" ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
НАВЧАННЯ**

Виконала:

здобувач другого (магістерського)

рівня вищої освіти

групи М-М-21 спеціальності

014.04 Середня освіта

(Математика)

Юлія Криса

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор

Петрівський Ярослав Борисович

АНОТАЦІЯ

Криса Ю. В. Вивчення дисципліни «Диференціальні рівняння» із застосуванням системно-діяльній технології навчання.

Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна (магістерська робота) робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 014.04 Середня освіта (Математика). - Рівненський державний гуманітарний університет. Рівне, 2025.

Кваліфікаційна (магістерська) робота присвячена вдосконаленню навчання курсу «Диференціальні рівняння» у закладах вищої освіти. З'ясовано значення системно-діяльній технології як сучасного способу організації навчального процесу. Описано основні етапи її реалізації, умови ефективного застосування та можливості використання під час вивчення складних тем курсу. Особливу увагу приділено розвитку пізнавальної активності майбутніх вчителів математики, формуванню інтересу до предмета і практичних умінь розв'язувати задачі.

Розроблено методичну модель навчання, яка передбачає поетапну роботу: від постановки проблемного питання до аналізу отриманих результатів. Упровадження моделі дало змогу активізувати самостійну роботу майбутніх вчителів математики і підвищити якість засвоєння навчального матеріалу. Педагогічний експеримент підтвердив зростання рівня успішності та зацікавленості майбутніх вчителів математики у вивченні курсу.

Результати дослідження можуть бути використані у практиці викладання математичних дисциплін, під час розроблення навчально-методичних матеріалів і вдосконалення професійної підготовки майбутніх педагогів.

Ключові слова: *системно-діяльній технологія, диференціальні рівняння, пізнавальна активність, навчальна мотивація, самостійна робота, педагогічний експеримент, математична освіта.*

ABSTRACT

Krysa Yu. V. Studying the discipline “Differential Equations” using systemic-activity teaching technology.

Qualification work as a manuscript.

Qualification (master's thesis) work for obtaining a master's degree in the specialty 014.04 Secondary Education (Mathematics). – Rivne State Humanitarian University. Rivne, 2025.

Qualification (master's) thesis devoted to improving the teaching of the course “Differential Equations” in higher education institutions. The significance of systemic-activity technology as a modern method of organizing the educational process is clarified. The main stages of its implementation, conditions for effective application, and possibilities for use when studying complex topics of the course are described. Particular attention is paid to the development of students' cognitive activity, the formation of interest in the subject, and practical skills in solving problems.

A methodological model of teaching has been developed, which involves step-by-step work: from posing a problem question to analyzing the results obtained. The implementation of the model made it possible to activate students' independent work and improve the quality of learning material assimilation. The pedagogical experiment confirmed an increase in the level of success and interest of students in studying the course.

The results of the study can be used in the practice of teaching mathematical disciplines, in the development of teaching materials, and in the improvement of the professional training of future teachers.

Keywords: *systemic-activity technology, differential equations, cognitive activity, learning motivation, independent work, pedagogical experiment, mathematical education.*

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	8
1.1 Системно-діяльнісний підхід у математичній освіті	8
1.2 Структура системно-діяльнісної технології навчання	15
1.3 Психолого-педагогічні особливості засвоєння диференціальних рівнянь.....	18
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНО- ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	23
2.1 Проектування навчального процесу на основі системно-діяльнісного підходу.....	23
2.2 Методи та форми організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики	30
2.3 Система контролю та оцінювання навчальних досягнень	36
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	42
3.1 Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу	42
3.2 . Розробка та впровадження професійно-орієнтованих задач з	45
диференціальних рівнянь для підвищення мотивації майбутніх вчителів математики	45
3.3 Формування дослідницьких компетентностей майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь засобами системно- діяльнісної технології	49
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується активним пошуком та впровадженням інноваційних технологій навчання, які здатні забезпечити високу якість професійної підготовки майбутніх фахівців. Особливої актуальності набуває проблема вдосконалення математичної освіти, зокрема методики навчання диференціальних рівнянь – фундаментальної дисципліни, яка має широке практичне застосування у різних галузях науки і техніки. Вивчення диференціальних рівнянь сприяє формуванню аналітичного мислення, розвитку абстрактно-логічного апарату, забезпечує можливість моделювання різноманітних процесів.

Актуальність дослідження зумовлена також сучасними тенденціями розвитку освіти в Україні, які відображені у нормативних документах: Законі України «Про вищу освіту», Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [32], Галузевій концепції розвитку неперервної педагогічної освіти [11], що підкреслюють необхідність впровадження інноваційних технологій навчання, підвищення якості професійної підготовки, формування компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

Теоретичні основи дослідження становлять концепції системно-діяльнісного підходу у навчанні, розроблені у працях М. А. Вайнтрауба [6] та А. В. Шиби [46]; теорія поетапного формування розумових дій; дослідження з проблем математичної освіти, представлені у роботах Н. А. Тарасенкової [39; 40], І. А. Акуленко [1], І. В. Лов'янової [26; 27]; концепції формування дослідницьких компетентностей майбутніх вчителів, розглянуті у працях М. С. Голованя [13], О. А. Біди [3] та М. В. Іконнікової [16]; наукові розробки з питань впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчання математики, представлені у дослідженнях Д. В. Васильєвої [7], А. Л. Тамборга [54] та М. Гомес-Зермено [48].

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та розробити методичні

засади застосування системно-діяльнісної технології навчання при вивченні диференціальних рівнянь у закладах освіти.

Відповідно до мети визначено такі завдання дослідження:

1. Здійснити теоретичний аналіз сутності системно-діяльнісного підходу у математичній освіті.
2. Визначити психолого-педагогічні особливості засвоєння диференціальних рівнянь.
3. Розкрити структуру системно-діяльнісної технології навчання та особливості її реалізації при вивченні диференціальних рівнянь.
4. Розробити методичні засади проектування навчального процесу на основі системно-діяльнісного підходу.
5. Обґрунтувати ефективні методи та форми організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь.
6. Розробити систему контролю та оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно- діяльнісного підходу.

Об'єкт дослідження – процес навчання диференціальних рівнянь майбутніх вчителів математики.

Предмет дослідження – методичні засади застосування системно-діяльнісної технології навчання при вивченні диференціальних рівнянь.

Методи дослідження: теоретичні: аналіз психолого-педагогічної, науково- методичної літератури з проблеми дослідження; узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду застосування системно-діяльнісного підходу у вищій освіті; моделювання навчального процесу на основі системно-діяльнісної технології; емпіричні: спостереження за навчальним процесом, анкетування, тестування, бесіди зі студентами та викладачами; аналіз продуктів навчальної діяльності майбутніх вчителів математики; методи математичної статистики для обробки результатів дослідження.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що

розроблено методичні рекомендації щодо застосування системно-діяльнісної технології при вивченні диференціальних рівнянь; систему професійно-орієнтованих задач з диференціальних рівнянь; комплекс дослідницьких завдань, спрямованих на формування дослідницьких компетентностей майбутніх вчителів математики; методичні рекомендації щодо інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь; критерії та показники оцінювання навчальних досягнень здобувачів.

Зв'язок роботи з науковою темою кафедри. Кваліфікаційна робота виконана на кафедрі математики та методики її навчання Рівненського державного гуманітарного університету згідно з науковою темою кафедри «Теоретико-методичні засади формування професійної компетентності майбутніх учителів математики» (державний реєстраційний номер 0125U003357).

Апробація дослідження. Результати дослідження були представлені у матеріалах ІХ Міжнародної студентської наукової конференції «Глобалізація наукових знань: міжнародна співпраця та інтеграція галузей наук» (Черкаси, 2025 р.), заслуговувались на засіданні кафедри математики та методики її навчання РДГУ (2025) та науково-практичній конференції РДГУ (2025).

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел (53 найменування). Загальний обсяг роботи складається із 60 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

1.1 Системно-діяльнісний підхід у математичній освіті

Системно-діяльнісний підхід формувався протягом тривалого періоду становлення педагогічної науки та освітньої практики, спираючись на фундаментальні психолого-педагогічні дослідження природи навчання, пізнавальної діяльності та розвитку особистості. М. Вайнтрауб зазначає, що системно-діяльнісний підхід об'єднує загальнонаукову методологію системного підходу з психолого-педагогічною теорією діяльності, утворюючи інтегративний методологічний конструкт, який дозволяє комплексно розглядати педагогічні явища [6].

Впровадження системно-діяльнісного підходу в освітній процес вищої школи вимагає переосмислення традиційних методик навчання, зокрема у сфері математичної освіти. А. Шиба розглядає даний підхід як методологічну основу формування компетентностей майбутніх фахівців, оскільки він забезпечує активізацію суб'єктної позиції здобувача освіти через системну організацію його навчальної діяльності [46]. При вивченні математичних дисциплін, зокрема диференціальних рівнянь, системно-діяльнісний підхід передбачає структурування навчального матеріалу у вигляді системи взаємопов'язаних понять, принципів та методів, засвоєння яких відбувається у процесі активної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики.

Особливу цінність мають дослідження Н. Тарасенкової щодо застосування схематизації навчального матеріалу як важливого компонента системно-діяльнісної технології у математичній освіті. Науковиця підкреслює важливість формування професійного тезаурусу майбутнього вчителя математики на основі структурованого представлення математичних понять та методів [39]. При вивченні диференціальних рівнянь схематизація дозволяє унаочнити взаємозв'язки між різними типами рівнянь, методами їх

розв'язування та практичними застосуваннями, що сприяє формуванню цілісної системи знань. Структурні компоненти системно-діяльнісного підходу у вищій математичній освіті відображено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Структурні компоненти системно-діяльнісного підходу у вищій математичній освіті

Компонент	Характеристика	Реалізація при вивченні диференціальних рівнянь
Мотиваційно-цільовий	Формування позитивної мотивації до навчання усвідомлення цілей та завдань	Демонстрація прикладних аспектів диференціальних рівнянь їх зв'язку з професійною діяльністю
Змістовий	Структурування навчального матеріалу виділення фундаментальних понять та взаємозв'язків	Систематизація типів диференціальних рівнянь методів їх розв'язування та застосувань
Операційно-діяльнісний	Організація активної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики	Розв'язування типових та нестандартних задач математичне моделювання процесів
Рефлексивно-оцінювальний	Самоаналіз процесу та результатів навчальної діяльності	Самоконтроль самооцінка взаємооцінювання аналіз типових помилок

[11, 28]

Системність у вивченні математичних дисциплін забезпечується логічною структуризацією навчального матеріалу, виділенням ключових понять, принципів та методів, встановленням міжпредметних зв'язків. І. Лов'янова у своїх дослідженнях наголошує на важливості професійної спрямованості навчання математики, що передбачає інтеграцію математичних знань з фаховими дисциплінами [26]. Диференціальні рівняння як навчальна дисципліна мають значний потенціал для реалізації міждисциплінарних зв'язків, оскільки вони широко застосовуються в різних галузях науки та техніки.

Розвиток дослідницької компетентності майбутніх фахівців у різних галузях науки і педагогіки є фундаментальним завданням сучасної освітньої системи. Особлива увага надається психолого-педагогічним аспектам

підготовки фахівців, які повинні не лише володіти теоретичними знаннями, а й практичними навичками науково-дослідної діяльності. Відомо, що дослідницька компетентність формує здатність самостійно ставити цілі навчальної діяльності, системно аналізувати інформацію, обирати адекватні методи дослідження та інтерпретувати отримані результати, що безпосередньо впливає на якість навчання і подальшу професійну діяльність [3; 8; 13; 22].

Організаційно-педагогічні умови, які сприяють формуванню цієї компетентності, включають інноваційні методики навчання, забезпечення мультимедійними ресурсами та впровадження дистанційних технологій, що підтверджується багатьма дослідженнями та методичними рекомендаціями [1; 2; 6; 7]. Незалежно від обраної галузі, роль науково-дослідницьких умінь є визначальною в контексті формування фахової майстерності.

Впровадження системно-діяльнісного підходу в освітній процес зумовлює необхідність нових педагогічних стратегій, спрямованих на активізацію пізнавальної діяльності учнів і майбутніх вчителів математики. Прикладом таких підходів є математичне моделювання, що служить універсальним засобом формування логічного мислення, математичної компетентності та дослідницьких умінь у школярів середньої і старшої школи [4; 5; 10]. Використання мультимедійних засобів, освітніх платформ і цифрових технологій не лише підвищує мотивацію учнів, але й розширює можливості для індивідуалізації навчання та розвитку критичного мислення [7; 39; 40; 41]. У ширшому контексті це відповідає концепції неперервної педагогічної освіти та науково обґрунтованому управлінню навчальною діяльністю, що детально розглядається у нормативних документах і передових методичних розробках [6; 11; 14].

Розвиток STEAM-освіти поступово набуває стратегічного значення для інтеграції міждисциплінарних знань і формування у майбутніх вчителів математики комплексних компетентностей, які відповідають сучасним вимогам ринку праці та науково-технічного прогресу. Актуальні дослідження підтверджують, що елементи STEAM-освіти сприяють ефективному

засвоєнню складних наукових понять через поєднання науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики у навчальному процесі [49,51;54]. Інноваційні педагогічні стратегії, зокрема залучення іммерсивних технологій і цифрових платформ, забезпечують динамічність освітнього середовища та стимулюють активне залучення здобувачів освіти до науково-дослідницької діяльності [48; 52; 53]. Водночас розвиток таких компетентностей вимагає цілісного підходу, що враховує як формальні, так і неформальні форми навчання, а також ретельне методичне супроводження та оцінку результатів навчання .

Діяльнісний компонент даного підходу реалізується через активізацію навчально-пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, залучення їх до самостійного пошуку розв'язання проблем, експериментування, моделювання. Т. Хмара акцентує увагу на розвитку математичної мови учнів як важливого аспекту математичної освіти [43]. При вивченні диференціальних рівнянь формування математичної мови включає засвоєння специфічної терміносистеми, символіки, правил формулювання та інтерпретації математичних моделей.

Впровадження системно-діяльнісного підходу у вищу математичну освіту потребує відповідного методичного забезпечення. Науковці пропонують різноманітні форми, методи та засоби навчання, спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики. В. Волошена наголошує на важливості формування в учнів умінь математичного моделювання як складової математичної компетентності [10]. Математичне моделювання процесів за допомогою диференціальних рівнянь дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичними вміннями, розвивати аналітичне мислення та творчі здібності майбутніх вчителів математики.

Інформаційно-комунікаційні технології відіграють важливу роль у реалізації системно-діяльнісного підходу до навчання математичних дисциплін. Д. Васильєва розглядає використання мультимедійних технологій на уроках математики як засіб підвищення ефективності навчання [7]. При

вивченні диференціальних рівнянь застосування комп'ютерних програм дозволяє візуалізувати розв'язки, моделювати динамічні процеси, проводити обчислювальні експерименти, що сприяє глибшому розумінню теоретичного матеріалу.

Сучасні освітні платформи надають широкі можливості для реалізації системно-діяльнісного підходу в онлайн-форматі. М. Соффі-Карім та А. Балі досліджують особливості використання освітніх платформ та програм як інноваційного методу навчання [53]. В умовах дистанційної освіти платформи для вивчення математичних дисциплін дозволяють організувати інтерактивну взаємодію між викладачем та студентами, забезпечити доступ до навчальних матеріалів, здійснювати контроль та оцінювання результатів навчання. Професійна спрямованість навчання математичних дисциплін є одним з ключових принципів системно-діяльнісного підходу у вищій освіті. І. Лов'янова розглядає професійно спрямоване навчання математики як важливу умову підготовки компетентних фахівців [27]. Диференціальні рівняння, як фундаментальна математична дисципліна, мають широкі можливості для реалізації професійної спрямованості через включення у зміст навчання прикладних задач, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю майбутніх вчителів математики.

Оцінювання результатів навчання в контексті системно-діяльнісного підходу набуває особливого значення. Воно має бути спрямоване на визначення рівня сформованості компетентностей, здатності застосовувати знання та вміння у практичній діяльності. І. Лов'янова пропонує систему оцінювання якості математичної освіти, яка враховує не лише знаннєвий компонент, але й процесуальний та особистісний [24]. При вивченні диференціальних рівнянь оцінювання має охоплювати як теоретичні знання, так і вміння будувати та досліджувати математичні моделі, інтерпретувати отримані результати.

Системно-діяльнісний підхід передбачає активну позицію викладача як організатора освітнього процесу, консультанта та фасилітатора навчальної

діяльності майбутніх вчителів математики. І. Олійник розглядає використання коучинг-технології у формуванні дослідницької компетентності майбутніх фахівців [33]. Викладач диференціальних рівнянь, працюючи в рамках системно-діяльнісного підходу, створює умови для самостійної пошукової діяльності майбутніх вчителів математики, стимулює їх до активного засвоєння знань та розвитку дослідницьких умінь.

Впровадження системно-діяльнісного підходу у вищу математичну освіту потребує відповідної підготовки викладачів. М. Головань та В. Яценко наголошують на важливості формування дослідницької компетентності викладачів як умови ефективної організації дослідницької діяльності майбутніх вчителів математики [13]. Викладач диференціальних рівнянь має володіти не лише глибокими предметними знаннями, але й сучасними педагогічними технологіями, що дозволяють реалізувати системно-діяльнісний підхід у навчанні.

Європейський досвід впровадження системно-діяльнісного підходу у вищу математичну освіту представляє значний інтерес для української педагогічної спільноти. А. Рудолфа та Л. Даніела досліджують використання навчальних платформ у контексті цифровізації освіти [52]. Застосування цифрових технологій при вивченні диференціальних рівнянь дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичними вміннями, розвивати дослідницькі компетентності майбутніх вчителів математики.

Модернізація змісту математичної освіти у контексті системно-діяльнісного підходу передбачає його професійну спрямованість, практико-орієнтований характер, міждисциплінарність. М. Бурда розглядає компетентнісну орієнтацію змісту навчання математики як важливу умову підготовки компетентних фахівців [5]. Зміст навчання диференціальних рівнянь має відображати сучасний стан науки, включати актуальні проблеми та методи дослідження, мати прикладну спрямованість.

Трансформація ролі викладача в умовах реалізації системно-діяльнісного підходу вимагає від нього нових компетентностей, зокрема,

здатності створювати навчальні ситуації, які стимулюють пізнавальну активність майбутніх вчителів математики, організувати дослідницьку діяльність, використовувати сучасні освітні технології. М. Гомез-Зермено та Х. Франко-Гутьєррез досліджують використання освітніх платформ як навчального ресурсу при вивченні математики [48]. Викладач диференціальних рівнянь має володіти навичками роботи з цифровими інструментами, вміти створювати електронні освітні ресурси, організувати онлайн-взаємодію зі студентами.

Практика впровадження системно-діяльнісного підходу у вивчення диференціальних рівнянь свідчить про його ефективність у формуванні професійних компетентностей майбутніх фахівців. С. Граф та його колеги досліджують особливості проектування навчальних курсів з використанням цифрових платформ [49]. Розробка курсу диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу передбачає структурування навчального матеріалу, розробку системи завдань різного рівня складності, створення умов для активної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики.

Оцінка ефективності системно-діяльнісного підходу до вивчення математичних дисциплін потребує розробки відповідних критеріїв та показників. І. Лов'янова пропонує систему оцінювання якості математичної освіти, яка враховує рівень сформованості компетентностей, здатність застосовувати знання та вміння у практичній діяльності [25]. При вивченні диференціальних рівнянь важливо оцінювати не лише знання формул та алгоритмів, але й уміння будувати та досліджувати математичні моделі, інтерпретувати отримані результати, застосовувати їх у професійній діяльності.

Системно-діяльнісний підхід створює основу для формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців. М. Іконнікова розглядає особливості підготовки майбутніх філологів до пошуково-дослідницької діяльності на прикладі досвіду США [16]. При вивченні диференціальних рівнянь дослідницька діяльність майбутніх вчителів математики може бути

організована у формі індивідуальних та групових проектів, лабораторних робіт, експериментальних досліджень [38].

Інноваційні форми організації навчального процесу в рамках системно-діяльнісного підходу включають проблемні лекції, практичні заняття дослідницького характеру, самостійну роботу з використанням цифрових ресурсів, онлайн-консультації. А. Артузо та С. Граф досліджують фактори, які впливають на ефективність вивчення математики з використанням цифрових навчальних платформ [47]. При організації вивчення диференціальних рівнянь важливо забезпечити баланс між традиційними та інноваційними формами навчання, враховувати особливості сприйняття та засвоєння математичного матеріалу різними категоріями майбутніх вчителів математики [9].

Перспективи розвитку системно-діяльнісного підходу у вищій математичній освіті пов'язані з подальшою інтеграцією цифрових технологій, розширенням міждисциплінарних зв'язків, індивідуалізацією та персоналізацією навчання. Вивчення диференціальних рівнянь має забезпечувати формування компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності в умовах цифрової економіки та інформаційного суспільства.

1.2 Структура системно-діяльнісної технології навчання

Цілісне розуміння системно-діяльнісної технології навчання вимагає ретельного аналізу її структурних компонентів та їх взаємозв'язків. Системно-діяльнісна технологія представляє собою складний педагогічний конструкт, який інтегрує методологію системного підходу з принципами діяльнісної організації навчального процесу. Структура даної технології формується на основі логічного поєднання концептуально-методологічного, змістово-процесуального, організаційно-управлінського та оцінювально-результативного блоків, які забезпечують комплексний вплив на навчальну діяльність майбутніх вчителів математики [14].

Концептуально-методологічний блок системно-діяльній технології включає принципи, закономірності, підходи, які визначають стратегічні напрями організації навчального процесу. Принцип системності передбачає розгляд навчального матеріалу як цілісної системи взаємопов'язаних понять, фактів, методів, забезпечення логічних зв'язків між новими та вже засвоєними знаннями. Принцип діяльності вимагає активного залучення майбутніх вчителів математики до навчально-пізнавальної діяльності, формування здатності самостійно здобувати знання та застосовувати їх на практиці. Принцип психологічної комфортності спрямований на створення сприятливої атмосфери для навчання, усунення стресогенних факторів, розвиток позитивної мотивації. Принцип варіативності передбачає різноманітність форм, методів, засобів навчання, які враховують індивідуальні особливості майбутніх вчителів математики та специфіку навчального матеріалу. Принцип творчості орієнтує на розвиток креативного мислення, формування дослідницьких умінь, здатності знаходити нестандартні рішення [6]. Структура системно-діяльній технології навчання диференціальних рівнянь представлена на Рис. 1.1.



Рис. 1.1. Структура системно-діяльній технології навчання диференціальних рівнянь [23, 35]

Змістово-процесуальний блок технології охоплює зміст навчання,

форми, методи, засоби його реалізації. Структурування змісту навчання диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу передбачає виділення ключових понять, принципів, методів, їх логічне впорядкування, встановлення міжпредметних та внутрішньопредметних зв'язків. Важливо забезпечити баланс між теоретичною та практичною складовими, фундаментальністю та прикладною спрямованістю навчального матеріалу [26].

Процесуальний компонент технології реалізується через форми, методи та засоби навчання, які активізують навчально-пізнавальну діяльність майбутніх вчителів математики. Лекції проблемного характеру, практичні заняття з елементами дослідницької діяльності, лабораторні роботи з використанням комп'ютерних технологій, самостійна робота дослідницького характеру – все це сприяє формуванню активної суб'єктної позиції майбутніх вчителів математики у навчальному процесі. Методи проблемного навчання, проектні технології, кейс-метод, інтерактивні технології забезпечують залучення майбутніх вчителів математики до активної пізнавальної діяльності, формування навичок самостійного здобуття знань, критичного мислення, співпраці [7].

Оцінювально-результативний блок технології включає методи та засоби контролю, критерії та показники оцінювання результатів навчання. Особливістю системно-діяльнісної технології є орієнтація на оцінювання не лише знань, але й умінь, навичок, компетентностей майбутніх вчителів математики. Важливо забезпечити різноманітність форм контролю – поточний, тематичний, підсумковий; різні методи контролю – усне опитування, письмові роботи, тестування, захист проектів, презентації, рейтингова система. Особливого значення набуває формувальне оцінювання, яке дозволяє відслідковувати динаміку навчальних досягнень майбутніх вчителів математики, виявляти труднощі та проблеми, надавати своєчасну допомогу [24].

Структурно-логічна організація навчального матеріалу з

диференціальних рівнянь в умовах системно-діяльній технології потребує особливої уваги. Виділення ключових понять, принципів, методів, встановлення логічних зв'язків між ними, побудова ієрархічних структур, схем, моделей сприяє формуванню цілісної системи знань. Структурування навчального матеріалу має відповідати логіці наукового пізнання, враховувати психологічні закономірності засвоєння знань, забезпечувати поступове ускладнення навчальних завдань. Використання структурно-логічних схем, опорних конспектів, таблиць, графів дозволяє унаочнити структуру навчального матеріалу, виділити суттєві зв'язки та відношення між поняттями, методами, теоріями [39].

Ефективність системно-діяльній технології навчання диференціальних рівнянь визначається багатьма факторами – якістю навчально-методичного забезпечення, професійною компетентністю викладачів, мотивацією майбутніх вчителів математики, матеріально-технічною базою навчального закладу. Важливо забезпечити комплексний підхід до реалізації технології, який враховує всі її компоненти та взаємозв'язки між ними. Моніторинг та оцінка ефективності технології мають здійснюватися на основі чітких критеріїв та показників, які відображають різні аспекти навчального процесу – якість знань, сформованість умінь та навичок, розвиток компетентностей, мотивацію до навчання, задоволеність учасників освітнього процесу [27].

1.3 Психолого-педагогічні особливості засвоєння диференціальних рівнянь

Психологічні механізми засвоєння математичних понять становлять фундаментальну основу для розуміння процесу навчання диференціальних рівнянь. Когнітивна обробка абстрактних математичних концепцій потребує розвиненого логічного мислення, просторової уяви та здатності оперувати символічними системами. При вивченні диференціальних рівнянь майбутні

педагоги стикаються з необхідністю інтеграції знань з різних розділів математики – математичного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, що створює додаткове когнітивне навантаження [14]. Побудова ментальних моделей динамічних процесів, описуваних диференціальними рівняннями, вимагає високого рівня абстрактного мислення та інтуїтивного розуміння взаємозв'язків між змінними величинами.

Мотиваційна сфера відіграє визначальну роль у засвоєнні математичних дисциплін загалом і диференціальних рівнянь зокрема. Пізнавальний інтерес, усвідомлення практичної значущості навчального матеріалу, внутрішня потреба в саморозвитку стимулюють активність майбутніх вчителів математики у процесі навчання [8].

Вікові та індивідуально-психологічні особливості майбутніх вчителів математики здійснюють вагомий вплив на ефективність засвоєння диференціальних рівнянь. Студентський вік характеризується розвитком теоретичного мислення, професійною спрямованістю пізнавальних процесів, формуванням індивідуального стилю розумової діяльності. Врахування типологічних особливостей мислення, домінуючих каналів сприйняття інформації, здібностей до різних видів математичної діяльності дозволяє оптимізувати процес навчання диференціальних рівнянь. Важливо забезпечити диференційований підхід, який враховуватиме рівень математичної підготовки, швидкість засвоєння нового матеріалу, здатність до самостійної роботи, наявність прогалин у базових знаннях.

Автоматизація рутинних операцій звільняє ресурси оперативної пам'яті для розв'язування більш складних задач. Психологічні бар'єри у вивченні диференціальних рівнянь та шляхи їх подолання представлено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Психологічні бар'єри у вивченні диференціальних рівнянь та шляхи їх подолання

Тип	Прояви	Шляхи подолання
-----	--------	-----------------

Когнітивний	Нерозуміння абстрактних понять складність візуалізації динамічних процесів труднощі інтерпретацією символічних записів	Використання наочних моделей комп'ютерна візуалізація поетапне формування понять застосування різних форм представлення
Операційний	Помилки в алгебраїчних перетвореннях неправильне застосування методів інтегрування нездатність розпізнати тип	Система тренувальних вправ алгоритмізація типових задач аналіз помилок використання опорних схем та алгоритмів
Мотиваційний	Відсутність інтересу до предмету нерозуміння практичної значущості негативний досвід попереднього вивчення математики	Демонстрація прикладних аспектів створення ситуацій успіху індивідуалізація навчання застосування ігрових та проблемних методів
Комунікативний	Нерозуміння математичної термінології складнощі формулюванням запитань та відповідей неспроможність пояснити хід розв'язування	Розвиток математичної мови організація групової роботи застосування інтерактивних методів створення ситуацій діалогу та дискусії

[20, 46]

Психологічні аспекти використання інформаційно-комунікаційних технологій у вивченні диференціальних рівнянь заслуговують на особливу увагу. Комп'ютерна візуалізація розв'язків, інтерактивні моделі, анімації динамічних процесів розширюють можливості сприйняття та розуміння абстрактних математичних понять. Однак, надмірне покладання на комп'ютерні засоби може призвести до формування поверхневого розуміння, втрати навичок аналітичного розв'язування задач [7]. Важливо забезпечити оптимальний баланс між традиційними та комп'ютерно-орієнтованими методами навчання, розвивати критичне ставлення до результатів комп'ютерних обчислень.

Організація самостійної роботи майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь потребує врахування психологічних механізмів саморегуляції та самоконтролю. Ефективна самостійна робота передбачає наявність внутрішньої мотивації, навичок планування та

організації власної діяльності, здатності до самооцінки та рефлексії. Для розвитку навичок самостійної роботи доцільно використовувати диференційовані завдання, які відповідають рівню підготовки майбутніх вчителів математики, містять елементи новизни та практичної значущості [20]. Надання детальних інструкцій, алгоритмів розв'язування, можливості консультацій з викладачем сприяє формуванню впевненості у власних силах та підвищенню ефективності самостійної роботи.

Взаємодія емоційних та когнітивних процесів у засвоєнні диференціальних рівнянь має складний характер. Позитивні емоції – зацікавленість, радість відкриття, задоволення від розв'язаної задачі – активізують пізнавальні процеси, підвищують мотивацію, сприяють кращому запам'ятовуванню матеріалу. Негативні емоції – страх, тривога, фрустрація – можуть блокувати мислення, знижувати концентрацію уваги, призводити до уникнення навчальної діяльності [1]. Створення емоційно сприятливого навчального середовища, яке стимулює позитивні емоції та мінімізує негативні, є важливою умовою ефективного засвоєння диференціальних рівнянь.

Психологічні аспекти дистанційного та змішаного навчання диференціальних рівнянь набувають особливого значення в сучасних умовах. Відсутність безпосереднього контакту з викладачем та однолітками, необхідність самостійної організації навчальної діяльності, технологічні виклики створюють додаткове психологічне навантаження на майбутніх вчителів математики. Для забезпечення ефективного дистанційного навчання важливо створювати структуровані навчальні матеріали, надавати чіткі інструкції, забезпечувати регулярний зворотний зв'язок, підтримувати мотивацію через інтерактивні завдання, віртуальні консультації, онлайн-обговорення [15]. Використання синхронних та асинхронних форм взаємодії, індивідуальних та групових завдань, автоматизованого та персоналізованого оцінювання дозволяє врахувати різні потреби та можливості майбутніх вчителів математики.

Гармонійне поєднання теоретичного та практичного компонентів у вивченні диференціальних рівнянь відповідає психологічним закономірностям формування наукових понять та практичних навичок. Теоретичне навчання забезпечує розуміння сутності понять, принципів, методів, формування цілісної системи знань. Практичне навчання дозволяє застосовувати теоретичні знання для розв'язування конкретних задач, формувати навички, розвивати інтуїцію та математичне мислення. Найбільш ефективним є інтегрований підхід, який забезпечує постійний взаємозв'язок між теорією та практикою, дозволяє усвідомлювати теоретичні положення через їх практичне застосування та знаходити теоретичне обґрунтування практичних методів.

Розуміння та врахування психолого-педагогічних особливостей засвоєння диференціальних рівнянь дозволяє оптимізувати навчальний процес, підвищити його ефективність, забезпечити формування міцних знань, навичок та компетентностей. Інтеграція досягнень психології, педагогіки, нейронауки, інформаційно-комунікаційних технологій створює нові можливості для розвитку математичної освіти, подолання традиційних обмежень та проблем, забезпечення індивідуалізації та персоналізації навчання диференціальних рівнянь.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

2.1 Проектування навчального процесу на основі системно-діяльнісного підходу

Проектування навчального процесу вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу вимагає глибокого розуміння методологічних принципів організації навчання. Теоретична підготовка майбутніх вчителів математики у контексті математичної освіти потребує ретельного планування й організації дидактичних умов, які спрямовані на формування системного мислення та професійних компетентностей майбутніх фахівців. Навчальний процес, побудований на засадах системно-діяльнісного підходу, характеризується низкою особливостей, серед яких: практична спрямованість математичних знань, інтеграція теоретичного й прикладного аспектів дисципліни, активізація самостійної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, а також акцент на розвиток аналітичного та критичного мислення. Методичне забезпечення такого підходу потребує особливої уваги до проектування системи навчальних завдань, які відповідають принципам проблемності, системності, міждисциплінарності та практичної значущості.

Планування навчального процесу вивчення диференціальних рівнянь має відбуватися з урахуванням структури навчальної дисципліни, логіки розгортання навчального матеріалу, а також специфіки формування відповідних компетентностей. Методично доцільним є розподіл навчального матеріалу на змістові модулі, кожен з яких має внутрішню логічну структуру та спрямований на формування певних знань, умінь та навичок. Структурування навчального матеріалу дозволяє забезпечити системність та послідовність у вивченні диференціальних рівнянь, а також створити умови

для ефективного управління навчальною діяльністю майбутніх вчителів математики.

Таблиця 2.1 Структура навчального процесу вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу

Етапи проектування	Зміст діяльності викладача	Зміст діяльності майбутніх вчителів	Очікувані результати
Цілепокладання	Визначення навчальних цілей та завдань відповідно до компетентнісного підходу	Усвідомлення цілей та завдань навчання формування особистісних навчальних цілей	Чітке розуміння цілей навчання мотивація до вивчення дисципліни
Проектування змісту	Відбір навчального матеріалу структурування змісту розробка системи навчальних задач	Ознайомлення зі структурою та змістом навчального матеріалу формування загального уявлення про дисципліну	Системне бачення дисципліни розуміння логіки розгортання навчального матеріалу
Вибір методів та форм навчання	Розробка методичного забезпечення вибір оптимальних форм організації навчальної діяльності	Активна участь у різних формах навчання застосування різноманітних методів пізнання	Оволодіння методами розв'язування диференціальних рівнянь формування аналітичних навичок
Організація навчальної діяльності	Створення навчальних ситуацій управління процесом пізнання надання консультативної допомоги	Активна пізнавальна діяльність розв'язання навчальних задач самостійна робота	Набуття досвіду розв'язування диференціальних рівнянь формування практичних умінь
Контроль та оцінювання	Розробка системи контролю діагностика рівня сформованості компетентностей	Самоконтроль рефлексія самооцінка результатів навчання	Корекція навчальної діяльності усвідомлення досягнутих результатів

Застосування системно-діяльнісного підходу у навчанні диференціальних рівнянь передбачає використання активних та інтерактивних

методів навчання, які забезпечують включення майбутніх вчителів математики у активну пізнавальну діяльність. Серед таких методів особливу роль відіграють проблемні лекції, семінари-дискусії, практичні заняття з елементами моделювання, дослідницькі проекти, кейс-метод тощо. Застосування зазначених методів дозволяє створити умови для формування у майбутніх вчителів математики навичок самостійного пошуку та аналізу інформації, розвитку критичного мислення, формування вмій працювати в команді, приймати рішення в умовах невизначеності.

Організація навчального процесу вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу вимагає створення відповідного навчально-методичного забезпечення, яке включає навчальні програми, методичні рекомендації, навчальні посібники, збірники задач, електронні освітні ресурси тощо. Розробка навчально-методичного забезпечення має відбуватися з урахуванням принципів системності, діяльності, варіативності, індивідуалізації навчання. Навчально-методичні матеріали мають забезпечувати можливість самостійного опанування студентами навчального матеріалу, містити різнорівневі завдання для контролю та самоконтролю, забезпечувати формування здатності до самоосвіти та професійного саморозвитку. Практична реалізація системно-діяльнісного підходу при вивченні диференціальних рівнянь передбачає включення професійно-орієнтованих задач у навчальний процес, що дозволяє студентам усвідомити зв'язок між абстрактними математичними поняттями та реальними явищами у їхній майбутній професійній діяльності.

Розглянемо задачу моделювання процесу розрядки конденсатора в RC-колі. Електричне коло містить резистор опором $R = 1000$ Ом та конденсатор ємністю $C = 0,001$ Ф, початкова напруга становить $U_0 = 10$ В. Процес описується рівнянням:

$$RC \left(\frac{dU}{dt} \right) + U = 0$$

Підставляючи числові значення:

$$\frac{dU}{dt} + U = 0$$

Розв'язок з початковою умовою $U(0) = 10$:

$$U(t) = 10e^{-t}$$

Через $t = 1$ с напруга складе $U(1) \approx 3,68$ В, час напіврозряду $\tau^{1/2} = \ln(2) \approx 0,69$ с.

Актуальною є задача динаміки капіталу. Підприємство має капітал $K_0 = 100000$ грн, інвестує $I_0 = 10000$ грн/рік, ставка $r = 0,05$. Модель описується рівнянням:

$$\frac{dK}{dt} = 0,05K + 10000$$

Розв'язок має вигляд:

$$K(t) = 300000e^{0,05t} - 200000$$

Через 10 років капітал становитиме $K(10) \approx 294924$ грн, час подвоєння $t \approx 5,75$ років. Такий підхід формує розуміння практичної значущості математичних методів у професійній діяльності.

Дидактичне забезпечення вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу має бути орієнтоване на формування у майбутніх вчителів математики здатності до математичного моделювання реальних процесів та явищ. Для вирішення практичних задач, майбутні педагоги повинні оволодіти методами побудови математичних моделей на основі диференціальних рівнянь, а також методами їх розв'язання та аналізу отриманих результатів. Викладач має спроектувати систему навчальних завдань, які охоплюють усі етапи математичного моделювання: від постановки проблеми та побудови математичної моделі до її розв'язання та інтерпретації отриманих результатів.

Побудова диференціальних рівнянь за описом реальної ситуації, вибір методу розв'язання диференціального рівняння, реалізація алгоритму розв'язання, аналіз та інтерпретація отриманих результатів. Система навчальних задач має забезпечувати поступове ускладнення діяльності майбутніх вчителів математики, відповідати їх рівню підготовки та

враховувати індивідуальні особливості.

Таблиця 2.2 Система навчальних задач для вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу

Тип задач	Зміст діяльності	Дидактична мета	Приклади задач
Задачі на розпізнавання та класифікацію	Аналіз диференціального рівняння визначення його типу порядку	Формування понятійного апарату розвиток аналітичних навичок	Визначити тип диференціального рівняння встановити порядок рівняння
Задачі на застосування алгоритмів	Розв'язання диференціальних рівнянь за допомогою стандартних методів та алгоритмів	Формування навичок застосування методів розв'язання диференціальних рівнянь	Розв'язати диференціальне рівняння методом відокремлення змінних знайти загальний розв'язок лінійного однорідного рівняння
Задачі на побудову математичних моделей	Аналіз реальної ситуації виділення істотних факторів побудова диференціального рівняння	Формування навичок математичного моделювання	Побудувати математичну модель процесу охолодження тіла руху тіла під дією сили опору
Дослідницькі задачі	Дослідження властивостей розв'язків диференціальних рівнянь аналіз залежності розв'язків від параметрів	Розвиток дослідницьких навичок формування творчого мислення	Дослідити залежність розв'язку задачі Коші від початкових умов дослідити асимптотичну поведінку розв'язку
Прикладні задачі	Застосування диференціальних рівнянь для розв'язання задач з різних галузей науки та техніки	Формування навичок застосування математичних методів у професійній діяльності	Розрахувати параметри електричного кола визначити траєкторію руху тіла спрогнозувати динаміку популяції

Оцінювання результатів навчання майбутніх вчителів математики у процесі вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу має бути спрямоване на визначення рівня сформованості відповідних

компетентностей.

Для оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань доцільно використовувати тестові завдання, контрольні роботи, усні опитування. Для оцінювання практичних умінь та навичок доцільно застосовувати практичні завдання, лабораторні роботи, індивідуальні проекти. Для оцінювання здатності до застосування знань та умінь у нестандартних ситуаціях, творчого підходу до розв'язання задач, навичок дослідницької діяльності доцільно використовувати комплексні завдання, кейси, проектні роботи.

Формування математичної компетентності майбутніх вчителів математики у процесі вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу передбачає не лише засвоєння теоретичних знань та формування практичних умінь, але й розвиток математичного мислення, здатності до аналізу та синтезу, абстрагування та узагальнення, формування ціннісного ставлення до математики як науки та засобу пізнання світу. Математична компетентність виявляється у здатності майбутніх вчителів математики застосовувати математичні методи для розв'язання професійних задач, у готовності до подальшого професійного розвитку та самоосвіти.

Ефективність застосування системно-діяльнісного підходу у навчанні диференціальних рівнянь залежить від багатьох факторів, серед яких можна виділити: рівень підготовки майбутніх вчителів математики, їх мотивація до навчання, професійна компетентність викладача, матеріально-технічне забезпечення навчального процесу, наявність відповідного навчально-методичного забезпечення. Урахування зазначених факторів дозволяє оптимізувати процес проектування та реалізації системно-діяльнісного підходу у навчанні диференціальних рівнянь, забезпечити досягнення поставлених цілей та формування відповідних компетентностей.

Моніторинг та коригування навчального процесу є невід'ємною складовою проектування на основі системно-діяльнісного підходу. Моніторинг передбачає систематичне спостереження за навчальною діяльністю майбутніх вчителів математики, аналіз результатів їх навчання,

виявлення проблем та труднощів, які виникають у процесі вивчення диференціальних рівнянь. На основі результатів моніторингу здійснюється коригування навчального процесу, яке може стосуватися змісту навчання, методів та форм організації навчальної діяльності, системи контролю та оцінювання. Гнучкість та адаптивність є важливими характеристиками системно-діяльнісного підходу, які дозволяють забезпечити ефективність навчального процесу в умовах зміни вимог до підготовки фахівців, розвитку інформаційних технологій, змін у структурі та змісті математичної освіти.

Таблиця 2.3 Показники ефективності застосування системно-діяльнісного підходу у навчанні диференціальних рівнянь

Критерії	Показники	Методи діагностики
Когнітивний	Рівень засвоєння теоретичних знань розуміння основних понять та методів здатність до аналізу та синтезу	Тестування контрольні роботи усне опитування індивідуальні завдання
Діяльнісний	Уміння розв'язувати диференціальні рівняння різних типів будувати математичні моделі аналізувати та інтерпретувати результати	Практичні завдання лабораторні роботи розрахунково-графічні завдання проектні роботи
Ціннісно-мотиваційний	Інтерес до вивчення диференціальних рівнянь усвідомлення значущості математичних методів у професійній діяльності прагнення до саморозвитку	Анкетування спостереження самооцінка експертна оцінка
Рефлексивний	Здатність до самоаналізу та самооцінки результатів навчання уміння виявляти та виправляти помилки корегувати власну діяльність	Самоаналіз взаємооцінювання рефлексивні звіти портфоліо

Впровадження системно-діяльнісного підходу у навчання диференціальних рівнянь дозволяє подолати низку проблем, характерних для традиційної системи математичної освіти, зокрема: формалізм у засвоєнні знань, відрив теоретичних знань від практики, низький рівень мотивації майбутніх вчителів математики до вивчення математики, недостатній рівень розвитку самостійності та творчого мислення. Системно- діяльнісний підхід

створює умови для активізації пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, формування у них здатності до самостійного пошуку та аналізу інформації, розвитку критичного мислення, формування умінь працювати в команді, приймати рішення в умовах невизначеності. Результатом застосування системно-діяльнісного підходу є формування у майбутніх вчителів математики математичної компетентності, яка забезпечує їх готовність до успішної професійної діяльності та подальшого професійного розвитку.

Узагальнюючи викладене, можна зробити висновок, що проектування навчального процесу вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу є складним та багатоаспектним процесом, який вимагає від викладача врахування психолого-педагогічних закономірностей формування математичних понять та умінь, принципів організації активної навчально-пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, специфіки формування математичної компетентності. Результатом такого проектування має стати створення ефективної системи навчання, яка забезпечує формування у майбутніх вчителів математики системного мислення, аналітичних здібностей та навичок математичного моделювання, готовності до застосування математичних методів у професійній діяльності.

2.2 Методи та форми організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики

Системно-діяльнісна технологія навчання диференціальних рівнянь передбачає використання різноманітних методів та форм організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики, які сприяють формуванню не лише теоретичних знань, але й практичних умінь застосовувати математичний апарат для розв'язання прикладних задач. Методи навчання, що використовуються при вивченні диференціальних рівнянь, можна класифікувати за різними ознаками, зокрема за джерелами знань, за

характером пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, за дидактичними цілями тощо. Найбільш доцільною у контексті системно-діяльнісного підходу є класифікація методів за характером пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, яка дозволяє враховувати ступінь самостійності та творчості майбутніх педагогів у процесі навчання.

Пояснювально-ілюстративний метод є одним із базових методів навчання, який широко використовується при вивченні теоретичних основ диференціальних рівнянь. Даний метод передбачає передачу готової інформації викладачем та усвідомлене сприйняття і запам'ятовування її студентами. Використання пояснювально-ілюстративного методу є доцільним на початковому етапі вивчення нового матеріалу, коли необхідно сформулювати у майбутніх вчителів математики базові поняття та уявлення про диференціальні рівняння. При використанні даного методу викладач пояснює навчальний матеріал, використовуючи різноманітні засоби наочності, демонструє зразки розв'язання типових задач, а майбутні педагоги сприймають, осмислюють і запам'ятовують інформацію. Ефективність пояснювально-ілюстративного методу при вивченні диференціальних рівнянь підвищується за умови використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, які дозволяють візуалізувати складні математичні поняття та процеси.

Репродуктивний метод навчання диференціальних рівнянь спрямований на формування у майбутніх вчителів математики навичок та вмінь застосовувати отримані знання на практиці. Сутність даного методу полягає у багаторазовому відтворенні студентами навчальних дій за зразком, що сприяє формуванню міцних навичок та вмінь. При вивченні диференціальних рівнянь репродуктивний метод використовується для формування навичок розв'язання типових задач, застосування стандартних алгоритмів та методів. Для реалізації репродуктивного методу викладач розробляє систему вправ та задач, спрямованих на відтворення студентами знань та способів діяльності за зразком.

Метод проблемного викладу займає особливе місце у системі методів навчання диференціальних рівнянь, оскільки він дозволяє продемонструвати студентам зразки наукового пізнання, наукового розв'язання проблем. При використанні даного методу викладач не лише повідомляє готові знання, але й ставить перед студентами проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доказів, порівнюючи різні точки зору та підходи, показує спосіб розв'язання поставленої проблеми. Майбутні педагоги при цьому є свідками та співучасниками наукового пошуку. Метод проблемного викладу є особливо ефективним при вивченні складних теоретичних питань, таких як існування та єдиність розв'язків диференціальних рівнянь, стійкість розв'язків, асимптотична поведінка розв'язків тощо.

Частково-пошуковий метод передбачає організацію активного пошуку розв'язання поставлених викладачем пізнавальних завдань. Майбутні педагоги при цьому здійснюють самостійний пошук лише окремих кроків розв'язання проблеми, а не всього її розв'язання в цілому. Викладач організовує та спрямовує думки майбутніх вчителів математики, ставить навідні запитання, акцентує увагу на ключових моментах проблеми. Частково-пошуковий метод використовується при вивченні методів розв'язання нелінійних диференціальних рівнянь, при дослідженні властивостей розв'язків, при побудові математичних моделей реальних процесів на основі диференціальних рівнянь.

Дослідницький метод є найбільш складним та ефективним методом навчання, який передбачає залучення майбутніх вчителів математики до самостійної дослідницької діяльності. Сутність даного методу полягає в організації пошукової творчої діяльності майбутніх вчителів математики з розв'язання нових для них проблем. Дослідницький метод використовується при виконанні студентами індивідуальних дослідницьких проєктів, курсових та дипломних робіт, пов'язаних з диференціальними рівняннями. Даний метод сприяє формуванню у майбутніх вчителів математики навичок самостійної дослідницької діяльності, розвитку творчого мислення, формуванню стійкого

Важливим аспектом організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь є вибір оптимальних форм навчання. Форми навчання можна класифікувати за різними ознаками, зокрема за кількістю майбутніх вчителів математики, за місцем навчання, за тривалістю навчальних занять тощо. Найбільш поширеною є класифікація форм навчання за кількістю майбутніх вчителів математики, згідно з якою виділяють індивідуальні, групові та фронтальні форми навчання. Індивідуальна форма навчання передбачає взаємодію викладача з окремим студентом. Дана форма навчання використовується при організації самостійної роботи майбутніх вчителів математики, консультацій, керівництві курсовими та дипломними роботами. Індивідуальна форма навчання дозволяє враховувати індивідуальні особливості майбутніх вчителів математики, їх рівень підготовки, інтереси та потреби, створює умови для індивідуалізації навчання.

Групова форма навчання передбачає взаємодію викладача з групою майбутніх вчителів математики, які об'єднані спільною навчальною метою. Групова форма навчання використовується при організації практичних занять, лабораторних робіт, семінарів, дискусій, круглих столів, ділових ігор тощо. Дана форма навчання сприяє формуванню у майбутніх вчителів математики навичок співпраці, комунікативних вмінь, вміння працювати в команді, приймати спільні рішення.

Особливе місце серед форм організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь займає самостійна робота. Самостійна робота є формою організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики, яка здійснюється без безпосередньої участі викладача, але за його завданням та під його контролем. Самостійна робота з диференціальних рівнянь може включати такі види діяльності, як опрацювання теоретичного матеріалу, розв'язання задач виконання індивідуальних завдань, підготовка доповідей та презентацій виконання проектів, написання рефератів, курсових та дипломних робіт тощо Самостійна

робота сприяє формуванню у майбутніх вчителів математики навичок самоорганізації самоконтролю, самооцінки, навичок самостійного пошуку та аналізу інформації навичок самоосвіти та професійного саморозвитку.

Таблиця 2.4 Методи та форми організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь

Методи навчання	Форми навчання	Засоби навчання	Дидактичні цілі
Пояснювально-ілюстративний	Лекція семінар консультація	Підручники посібники навчальні презентації відеолекції	Формування теоретичних знань розвиток пізнавального інтересу
Репродуктивний	Практичне заняття лабораторна робота самостійна робота	Збірники задач методичні рекомендації алгоритми розв'язання задач	Формування практичних умінь та навичок закріплення знань
Проблемний	Проблемна лекція семінар-дискусія кейс- стаді	Проблемні ситуації кейси науково- популярна література	Розвиток творчого мислення формування навичок аналізу та синтезу
Частково-пошуковий	Практичне заняття лабораторна робота самостійна робота	Завдання пошукового характеру навчальні проекти методичні рекомендації	Формування дослідницьких навичок розвиток аналітичного мислення
Дослідницький	Лабораторна робота науково-дослідна робота курсова робота дипломна робота	Наукова література програмне забезпечення лабораторне обладнання	Формування навичок самостійної дослідницької діяльності розвиток творчого мислення

Формування математичної компетентності майбутніх вчителів математики у процесі вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу передбачає не лише засвоєння теоретичних знань та формування практичних умінь, але й розвиток математичного мислення, здатності до аналізу та синтезу, абстрагування та узагальнення, формування ціннісного ставлення до математики як науки та засобу пізнання світу. Математична компетентність виявляється у здатності майбутніх вчителів математики застосовувати математичні методи для розв'язання професійних задач, у готовності до подальшого професійного розвитку та самоосвіти.

Що методи та форми організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу мають бути спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, формування у них здатності до самостійного пошуку та аналізу інформації, розвиток критичного мислення, формування вмінь працювати в команді, приймати рішення в умовах невизначеності.

Методичні засади організації практичних занять на основі системно-діяльнісного підходу передбачають ретельне проектування комплексів задач для кожного типу диференціальних рівнянь, що забезпечує поступове формування математичної компетентності від базових навичок до здатності розв'язувати складні професійні задачі. Структура комплексу має включати 3-4 типові задачі для формування базових навичок застосування стандартних алгоритмів розв'язання, 2-3 задачі підвищеної складності для розвитку аналітичного мислення та здатності до нестандартних підходів, а також 2-3 професійно-орієнтовані задачі для формування здатності до застосування математичних методів у професійній діяльності. Професійно-орієнтовані задачі мають бути адаптовані до спеціальності майбутніх вчителів математики та відображати реальні ситуації, з якими вони зіткнуться у професійній діяльності, що підвищує мотивацію до вивчення математики, формує розуміння її прикладного значення, створює умови для міждисциплінарної інтеграції знань. Важливим аспектом організації роботи з професійно-орієнтованими задачами є обговорення різних підходів до їх розв'язання, порівняння аналітичних та чисельних методів, аналіз впливу параметрів моделі на характер розв'язку, що сприяє формуванню критичного мислення та здатності до самостійного дослідження математичних моделей.

Розглянемо задачу з механіки. Матеріальна точка масою $m = 2$ кг рухається під дією пружної сили з жорсткістю $k = 50$ Н/м та сили опору $c = 10$ Н·с/м. Рівняння руху:

$$2\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right) + 10\left(\frac{dx}{dt}\right) + 50x = 0$$

Спростуючи:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 5\left(\frac{dx}{dt}\right) + 25x = 0$$

Характеристичне рівняння $\lambda^2 + 5\lambda + 25 = 0$ має корені $\lambda_{1,2} = -2,5 \pm 4,33i$. При $x(0) = 0,1$ м та $v(0) = 0$ м/с розв'язок:

$$x(t) = e^{(-2,5t)}(0,1 \cos(4,33t) + 0,058 \sin(4,33t))$$

Через період $T \approx 1,45$ с амплітуда зменшується до $A_1 \approx 0,024$ м.

Актуальною є задача динаміки популяції. При $N_0 = 100$ особин, $r = 0,3$ рік⁻¹, $K = 1000$ особин логістична модель:

$$\frac{dN}{dt} = 0,3N\left(1 - \frac{N}{1000}\right)$$

Розв'язок

$$N(t) = \frac{1000}{1 + 9e^{-0,3t}}$$

Через 5 років $N(5) \approx 313$ особин, через 10 років $N(10) \approx 688$ особин, час досягнення половини ємності $t \approx 7,3$ років. Систематичне використання таких задач формує професійні компетентності та готовність до застосування математичного апарату у майбутній діяльності.

Раціональне поєднання різноманітних методів та форм навчання дозволяє створити ефективну систему

організації навчальної діяльності, яка забезпечує формування у майбутніх вчителів математики не лише теоретичних знань та практичних умінь, але й розвиток математичного мислення, формування ціннісного ставлення до математики як науки та засобу пізнання світу, готовності до застосування математичних методів у професійній діяльності та подальшого професійного розвитку.

2.3 Система контролю та оцінювання навчальних досягнень

Контроль та оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики у процесі вивчення диференціальних рівнянь із застосуванням системно-діяльнісного підходу становить важливу складову навчального процесу, яка дозволяє визначити рівень засвоєння знань, сформованості вмінь та навичок, розвитку математичного мислення, здатності до самостійної пізнавальної діяльності. Основною метою контролю та оцінювання навчальних досягнень виступає не лише визначення рівня сформованості компетентностей майбутніх вчителів математики, але й стимулювання їхньої навчально-пізнавальної діяльності, формування здатності до самоконтролю та самооцінки, мотивування до подальшого вивчення математичних дисциплін. Розроблена система контролю та оцінювання повинна відповідати загальнодидактичним принципам навчання: науковості, систематичності, об'єктивності, диференційованості, індивідуалізації, гуманізації тощо.

Ефективна система контролю та оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу має враховувати специфіку математичної науки, особливості формування математичних знань та вмінь, характер навчальної діяльності майбутніх вчителів математики. Математична компетентність, яка формується у процесі вивчення диференціальних рівнянь, має складну структуру і включає такі компоненти, як когнітивний (знання), діяльнісний (уміння та навички), ціннісно-мотиваційний (ставлення, інтереси, мотиви), рефлексивний (здатність до самоаналізу та самооцінки). Відповідно, система контролю та оцінювання повинна охоплювати всі компоненти математичної компетентності, забезпечувати всебічну та об'єктивну оцінку навчальних досягнень майбутніх вчителів математики.

Види контролю, які використовуються при вивченні диференціальних рівнянь, можна класифікувати за різними ознаками, зокрема за етапами навчання (вхідний, поточний, модульний, підсумковий), за формами організації (індивідуальний, груповий, фронтальний), за способами здійснення (усний, письмовий, комбінований, комп'ютерний) тощо. Кожен вид контролю

має свої особливості, переваги та недоліки, і виконує певні дидактичні функції у навчальному процесі. Раціональне поєднання різних видів контролю дозволяє отримати всебічну та об'єктивну інформацію про рівень навчальних досягнень майбутніх вчителів математики, виявити прогалини у їхніх знаннях та вміннях, скоригувати навчальний процес.

Вхідний контроль проводиться на початку вивчення курсу диференціальних рівнянь з метою визначення рівня готовності майбутніх вчителів математики до засвоєння нового матеріалу. Він дозволяє виявити рівень сформованості базових математичних знань та вмінь, необхідних для успішного вивчення диференціальних рівнянь, таких як знання основ математичного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії. Результати вхідного контролю використовуються для діагностики індивідуальних особливостей майбутніх вчителів математики, їхніх сильних та слабких сторін, що дозволяє викладачу скоригувати навчальний процес, надати необхідну консультативну допомогу, розробити індивідуальні завдання для самостійної роботи. Для проведення вхідного контролю можуть використовуватися такі методи, як тестування, письмові контрольні роботи, усне опитування тощо.

Таблиця 2.5 Типи контрольних завдань для оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь

Тип завдань	Зміст завдань	Дидактична мета	Приклади завдань
Теоретичні питання	Визначення понять формулювання теорем опис методів та алгоритмів	Перевірка рівня засвоєння теоретичних знань розуміння основних понять та методів	Сформулюйте теорему існування та єдиності розв'язку задачі Коші дайте визначення загального та частинного розв'язків диференціального рівняння
Типові задачі	Розв'язання стандартних диференціальних рівнянь знаходження загальних та частинних розв'язків	Перевірка рівня сформованості умінь застосовувати типові алгоритми та методи розв'язання	Знайдіть загальний розв'язок диференціального рівняння $y' + 2y = e^x$ розв'яжіть задачу Коші $y' = 2xy$ $y(0) = 1$

Нестандартні задачі	Розв'язання нестандартних диференціальних рівнянь дослідження властивостей розв'язків	Перевірка здатності до творчого застосування знань та вмінь розвиток математичного мислення	Доведіть що функція $y = x^2 + C$ є загальним розв'язком диференціального рівняння $y' = 2\sqrt{(y - x^2)}$ дослідіть асимптотичну поведінку розв'язку
Прикладні задачі	Побудова математичних моделей реальних процесів на основі диференціальних рівнянь аналіз та інтерпретація результатів	Перевірка здатності до математичного моделювання реальних процесів застосування математичних методів у професійній діяльності	Побудуйте математичну модель процесу охолодження тіла знайдіть закон зміни температури тіла з часом визначте час необхідний для охолодження тіла до певної температури
Тестові завдання	Завдання з вибором однієї або кількох правильних відповідей завдання на встановлення відповідності завдання на встановлення правильної послідовності	Перевірка рівня засвоєння теоретичних знань розуміння основних понять та методів здатності до аналізу та синтезу	Визначте тип диференціального рівняння встановіть відповідність між диференціальними рівняннями та методами їх розв'язання виберіть правильний загальний розв'язок диференціального рівняння

Критерії оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу мають враховувати різні аспекти математичної компетентності, такі як рівень засвоєння теоретичних знань, рівень сформованості практичних умінь та навичок, здатність до творчого застосування знань та вмінь, здатність до математичного моделювання реальних процесів, здатність до самостійної пізнавальної діяльності. Критерії оцінювання мають бути чіткими, зрозумілими, об'єктивними, орієнтованими на вимірювання рівня сформованості компетентностей. Важливим аспектом розробки критеріїв оцінювання є їх відповідність дидактичним цілям навчання, змісту навчального матеріалу, рівню підготовки майбутніх вчителів математики.

Рейтингова система оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь дозволяє забезпечити систематичність та об'єктивність оцінювання, стимулювати майбутніх вчителів математики до систематичної роботи, формувати у них

навички самоорганізації та самоконтролю. Рейтингова система передбачає накопичення балів за різні види навчальної діяльності майбутніх вчителів математики, такі як відповіді на практичних заняттях, виконання індивідуальних завдань, контрольних робіт, тестів, лабораторних робіт, участь у науково-дослідній роботі тощо. Загальна сума балів, набрана студентом, визначає його рейтинг та підсумкову оцінку з дисципліни.

Система контролю та оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу має забезпечувати не лише об'єктивне вимірювання рівня сформованості компетентностей, але й створювати умови для формування навичок самоконтролю та самооцінки, стимулювати майбутніх вчителів математики до систематичної роботи, сприяти формуванню позитивної мотивації до навчання.

Таблиця 2.6 Критерії оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу

Рівень	Критерії оцінювання	Показники	Бали за національною шкалою
Високий	Студент демонструє глибокі міцні узагальнені знання з курсу диференціальних рівнянь може самостійно застосовувати знання	Студент правильно визначає поняття формулює теореми описує методи та Алгоритми	90-100 (відмінно)
Достатній	Студент демонструє достатні знання з курсу диференціальних рівнянь може застосовувати знання в стандартних ситуаціях розв'язувати типові задачі але має певні труднощі при розв'язанні нестандартних задач	Студент правильно визначає більшість понять формулює основні теореми описує методи та алгоритми розв'язує типові задачі будує математичні моделі реальних процесів за допомогою викладача	75-89 (добре)
Середній	Студент демонструє посередні знання з курсу диференціальних рівнянь може застосовувати знання для розв'язання простих задач але має труднощі при розв'язанні складніших задач	Студент визначає основні поняття формулює деякі теореми описує основні методи та алгоритми розв'язує прості задачі будує математичні моделі реальних процесів за допомогою викладача з певними помилками	60-74 (задовільно)

Низький	Студент демонструє фрагментарні знання з курсу диференціальних рівнянь має значні труднощі при застосуванні знань для розв'язання задач	Студент визначає деякі поняття формулює деякі теореми з помилками описує основні методи та алгоритми з суттєвими помилками розв'язує лише найпростіші задачі не може будувати математичні моделі реальних процесів	0-59 (незадовільно)
---------	---	--	------------------------

Моніторинг навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу є важливим інструментом управління навчальним процесом, який дозволяє отримувати оперативну інформацію про рівень сформованості компетентностей майбутніх вчителів математики, виявляти прогалини у їхніх знаннях та вміннях, скоригувати навчальний процес. Моніторинг передбачає систематичне спостереження за навчальною діяльністю майбутніх вчителів математики, збір, аналіз та інтерпретацію даних про результати навчання, використання отриманої інформації для прийняття управлінських рішень щодо організації навчального процесу. Для проведення моніторингу можуть використовуватися різноманітні методи, такі як спостереження, опитування, тестування, аналіз результатів контрольних робіт, аналіз портфоліо тощо.

Формувальне оцінювання як підхід до оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь дозволяє забезпечити постійний зворотний зв'язок між викладачем та студентами, скоригувати навчальний процес, стимулювати майбутніх вчителів математики до подальшого навчання. Формувальне оцінювання передбачає не лише визначення рівня навчальних досягнень, але й надання студентам інформації про їхні успіхи та недоліки, рекомендацій щодо подальшої роботи, допомоги у подоланні труднощів. Для проведення формувального оцінювання можуть використовуватися такі методи, як спостереження, опитування, самооцінювання, взаємооцінювання, аналіз портфоліо, аналіз щоденників навчання тощо.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

3.1 Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес, що зумовлено глобальною інформатизацією суспільства та необхідністю підготовки фахівців, здатних ефективно функціонувати в умовах інформаційного середовища. Інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь на основі системно-діяльнісного підходу відкриває нові можливості для організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики, забезпечує індивідуалізацію та диференціацію навчання, створює умови для розвитку творчого потенціалу та формування інформаційної культури майбутніх фахівців. Методично обґрунтоване використання інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє не лише підвищити ефективність навчального процесу, але й сформувати у майбутніх вчителів математики здатність до самостійного пошуку та аналізу інформації, розвинути навички використання сучасних технологій для вирішення професійних задач.

Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь має ґрунтуватися на системно-діяльнісному підході, який передбачає організацію активної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, формування у них здатності до самостійного конструювання знань, розвиток критичного мислення, формування вмінь працювати з інформацією. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі дозволяє реалізувати принципи системно-діяльнісного підходу, такі як принцип діяльності, принцип

системності, принцип психологічної комфортності, принцип варіативності, принцип творчості. Важливо підкреслити, що інформаційно-комунікаційні технології мають виступати не лише як засіб передачі інформації, але й як інструмент організації активної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, спрямованої на формування професійних компетентностей.

Методика використання інтерактивних навчальних середовищ при вивченні диференціальних рівнянь має враховувати специфіку математичного матеріалу, рівень підготовки майбутніх вчителів математики, наявність технічних засобів. Доцільно починати з простих моделей, поступово ускладнюючи їх, залучаючи майбутніх вчителів математики до самостійної розробки моделей, їх аналізу та інтерпретації. Важливо забезпечити органічне поєднання традиційних методів навчання та інноваційних підходів, заснованих на використанні інтерактивних навчальних середовищ, щоб досягти максимальної ефективності навчального процесу.

Відеолекції та відеоуроки стають все більш популярними засобами навчання, які дозволяють студентам вивчати матеріал у зручний для них час, у індивідуальному темпі, з можливістю повторного перегляду складних моментів. При створенні відеолекцій та відеоуроків з диференціальних рівнянь важливо забезпечити високу якість як технічного виконання, так і змістового наповнення. Відеоматеріали мають бути структурованими, логічно побудованими, включати як теоретичні пояснення, так і практичні приклади, які демонструють застосування теоретичних положень для розв'язання конкретних задач. Для підвищення ефективності використання відеоматеріалів доцільно розробити систему запитань та завдань, які майбутні педагоги мають виконати після перегляду, що дозволить забезпечити активне засвоєння матеріалу, а не пасивне його сприйняття. Мобільні додатки та програми для вивчення математики відкривають нові можливості для організації самостійної роботи майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь. Використання мобільних додатків дозволяє забезпечити доступність навчальних матеріалів у будь-який час та в будь-якому місці, створити умови

для неперервного навчання, підвищити мотивацію майбутніх вчителів математики до вивчення математики. Сучасні мобільні додатки для вивчення математики, такі як Wolfram Alpha, GeoGebra, Microsoft Mathematics, MATLAB Mobile, дозволяють не лише виконувати математичні обчислення, але й візуалізувати результати, моделювати різноманітні процеси, отримувати довідкову інформацію з різних розділів математики. При використанні мобільних додатків важливо забезпечити методичний супровід самостійної роботи майбутніх вчителів математики, розробити систему завдань, які спрямовані на формування різних компонентів математичної компетентності.

Методика використання інформаційно-комунікаційних технологій при вивченні диференціальних рівнянь має враховувати індивідуальні особливості майбутніх вчителів математики, їхній рівень підготовки, інтереси та потреби. Для забезпечення індивідуалізації та диференціації навчання доцільно розробити різнорівневі завдання, які майбутні педагоги можуть виконувати з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, забезпечити можливість вибору індивідуальної траєкторії навчання, надати студентам необхідну консультативну допомогу. Важливо також враховувати особливості сприйняття інформації сучасними студентами, які звикли до швидкого отримання інформації, до візуалізації, до інтерактивної взаємодії.

Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики є важливим аспектом інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь. Інформаційна культура включає не лише навички роботи з комп'ютерними технологіями, але й здатність до критичного аналізу інформації, вміння виділяти головне, вміння структурувати інформацію, вміння представляти інформацію у різних форматах, вміння використовувати інформацію для розв'язання практичних задач. Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики відбувається у процесі їхньої активної пізнавальної діяльності, спрямованої на пошук, аналіз, структурування, представлення інформації з використанням сучасних технологій.

Перспективними напрямками інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій у процес вивчення диференціальних рівнянь є розробка адаптивних навчальних систем, які автоматично пристосовуються до індивідуальних особливостей майбутніх вчителів математики, їхнього рівня підготовки, темпу навчання; використання технологій віртуальної та доповненої реальності для створення імерсивних навчальних середовищ, які дозволяють студентам взаємодіяти з віртуальними об'єктами, проводити віртуальні експерименти; застосування штучного інтелекту для розробки інтелектуальних навчальних систем, які здатні аналізувати діяльність майбутніх вчителів математики, виявляти їхні помилки, надавати персоналізовані рекомендації щодо подальшого навчання. Реалізація зазначених напрямів вимагає спільних зусиль математиків, педагогів, програмістів, изайнерів, психологів, що дозволить створити ефективні інноваційні засоби навчання, які враховують специфіку математичної освіти та особливості сучасного покоління майбутніх вчителів математики.

3.2 Розробка та впровадження професійно-орієнтованих задач з диференціальних рівнянь для підвищення мотивації майбутніх вчителів математики

Професійно-орієнтований підхід до вивчення диференціальних рівнянь дозволяє підвищити мотивацію майбутніх вчителів математики та сформувати міцний фундамент математичної компетентності. Багато майбутніх вчителів математики не бачать зв'язку між абстрактними математичними поняттями та практичною діяльністю, тому впровадження професійно-орієнтованих задач допомагає подолати розрив між теоретичним навчанням і практикою, розвинути здатність до математичного моделювання реальних процесів.

Методологічною основою розробки таких задач є принципи контекстного навчання, теорія проблемного навчання, концепція міждисциплінарної інтеграції та системно-діяльнісний підхід. Контекстне

навчання моделює зміст майбутньої професійної діяльності, проблемне навчання активізує пізнавальну діяльність, міждисциплінарна інтеграція формує цілісну картину світу, а системно- діяльнісний підхід забезпечує активну пізнавальну діяльність майбутніх вчителів математики.

Розробка професійно-орієнтованих задач має спиратися на аналіз професійної діяльності майбутніх фахівців та виявлення типових задач, які можуть бути розв'язані за допомогою диференціальних рівнянь. Для різних спеціальностей характерні свої задачі: для інженерних – моделювання технічних систем, для економічних – прогнозування динаміки ринків, для природничих – дослідження біологічних процесів, для комп'ютерних – моделювання інформаційних процесів.

Структура професійно-орієнтованої задачі має включати: опис реальної професійної ситуації, формулювання проблеми, умови та обмеження, вимоги до результату. Формулювання має бути чітким, зрозумілим, містити всю необхідну інформацію для побудови математичної моделі, враховувати рівень підготовки майбутніх вчителів математики.

Впровадження професійно-орієнтованих задач вимагає системності, поступового ускладнення, міждисциплінарної інтеграції, використання інформаційно-комунікаційних технологій. Особливу роль відіграє проектна діяльність майбутніх вчителів математики, яка сприяє формуванню математичної компетентності, розвитку творчого потенціалу, формуванню навичок дослідницької діяльності.

Методика розробки професійно-орієнтованих задач з диференціальних рівнянь передбачає системний підхід до відбору та адаптації реальних професійних ситуацій для навчальних цілей. Викладач має проаналізувати типові задачі професійної діяльності майбутніх фахівців, виявити ті з них, які можуть бути змодельовані за допомогою диференціальних рівнянь, адаптувати їх до рівня математичної підготовки майбутніх вчителів математики, забезпечити наявність усієї необхідної інформації для побудови математичної моделі. Важливо, щоб професійно-орієнтована задача містила мотиваційну

складову, яка пояснює практичну значущість її розв'язання, чітко сформульовану проблему, реальні числові дані, конкретні вимоги до результату розв'язання. Процес розробки включає кілька етапів: вибір професійної ситуації, формалізацію задачі природною мовою, побудову математичної моделі, підбір числових параметрів, розв'язання задачі різними методами, підготовку методичних рекомендацій для майбутніх вчителів математики та викладачів.

Розглянемо конкретний приклад розробки професійно-орієнтованої задачі для майбутніх вчителів математики з теплотехніки. Професійна ситуація: інженер-теплотехнік має розрахувати час охолодження металеві деталі після термообробки для оптимізації технологічного процесу. Математична модель базується на законі охолодження Ньютона, що встановлює пропорційність між швидкістю зміни температури тіла та різницею температур тіла і навколишнього середовища. Сталева деталь масою $m = 5$ кг після термообробки має температуру $T_0 = 800^\circ\text{C}$ і охолоджується на повітрі з температурою $T_c = 20^\circ\text{C}$, коефіцієнт тепловіддачі $k = 0,05 \text{ хв}^{-1}$. Процес охолодження описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_c)$$

Підставляючи числові значення параметрів:

$$\frac{dT}{dt} = -0,05(T - 20)$$

Лінійне неоднорідне диференціальне рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними. Розділяючи змінні та інтегруючи, отримуємо:

$$\frac{dT}{T - 20} = -0,05dt$$

Після інтегрування обох частин:

$$\ln|T - 20| = -0,05t + C$$

Потенціюючи:

$$T - 20 = Ae^{-0,05t}$$

Використовуючи початкову умову $T(0) = 800$, знаходимо константу $A =$

780, тому розв'язок має вигляд:

$$T(t) = 20 + 780e^{-0,05t}$$

Інженерний аналіз отриманого розв'язку показує динаміку охолодження: через $t = 10$ хв температура становитиме $T(10) = 20 + 780e^{(-0,5)} \approx 493^\circ\text{C}$, через $t = 20$ хв температура знизиться до $T(20) = 20 + 780e^{(-1)} \approx 307^\circ\text{C}$, через $t = 30$ хв $T(30) = 20 + 780e^{(-1,5)} \approx 194^\circ\text{C}$. Час охолодження до температури 200°C , необхідної для подальшої обробки, визначається з рівняння $200 = 20 + 780e^{(-0,05t)}$, що дає $e^{(-0,05t)} = 180/780 \approx 0,231$, звідки $t = -(1/0,05)\ln(0,231) \approx 29,4$ хв. Така задача не лише демонструє застосування диференціальних рівнянь у теплотехніці, але й формує у майбутніх вчителів математики розуміння практичної значущості математичного моделювання для оптимізації технологічних процесів, розвиває здатність до інтерпретації математичних результатів у контексті інженерної діяльності.

Для майбутніх вчителів математики доцільно розробити задачу моделювання динаміки цін на конкурентному ринку. Професійна ситуація: економіст-аналітик має спрогнозувати динаміку ціни товару на ринку з урахуванням механізму ринкового саморегулювання. На ринку певного товару спостерігається поточна ціна $P_0 = 150$ грн, рівноважна ціна $P_p = 100$ грн, швидкість адаптації ринку характеризується коефіцієнтом $\alpha = 0,2$ день⁻¹. Модель ринкової адаптації базується на припущенні, що швидкість зміни ціни пропорційна відхиленню поточної ціни від рівноважної, що описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{dP}{dt} = -\alpha(P - P_p)$$

Підставляючи конкретні значення:

$$\frac{dP}{dt} = -0,2(P - 100)$$

Розв'язуючи аналогічно попередній задачі, отримуємо:

$$P(t) = 100 + 50e^{-0,2t}$$

Економічний аналіз розв'язку: через 5 днів ціна становитиме $P(5) =$

$100 + 50e^{-1} \approx 118,4$ грн, через 10 днів $P(10) = 100 + 50e^{-2} \approx 106,8$ грн, час досягнення ціни 110 грн визначається з рівняння $t = -\left(\frac{1}{0,2}\right) \ln(0,2) \approx 8,05$ днів. Така задача формує розуміння динамічних процесів у економіці та застосування математичних методів для економічного прогнозування.

Успішне впровадження професійно-орієнтованих задач потребує відповідної підготовки викладачів, які мають володіти як математичними знаннями, так і розумінням специфіки професійної діяльності майбутніх фахівців. Важливо також створити у навчальному процесі атмосферу співпраці, взаємодопомоги, взаємоповаги, що сприяє формуванню позитивної мотивації до навчання.

3.3 Формування дослідницьких компетентностей майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь засобами системно-діяльнісної технології

Дослідницька діяльність є важливою складовою професійної підготовки сучасного фахівця, здатного до творчого вирішення нестандартних задач. Формування дослідницьких компетентностей при вивченні диференціальних рівнянь особливо актуальне для підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних застосовувати математичні методи для дослідження реальних процесів і явищ. Системно-діяльнісна технологія навчання створює оптимальні умови для формування цих компетентностей, активізуючи пізнавальну діяльність майбутніх вчителів математики.

Структура дослідницької компетентності включає мотиваційно-ціннісний, когнітивний, діяльнісно-практичний, рефлексивно-оцінний компоненти. Мотиваційно-ціннісний компонент відображає ставлення студента до дослідницької діяльності, інтерес до математичних моделей. Когнітивний компонент включає знання методів дослідження

диференціальних рівнянь та математичного моделювання. Діяльнісно-практичний компонент відображає здатність застосовувати знання для проведення дослідження. Рефлексивно- оцінний компонент включає здатність до самоаналізу та самооцінки результатів дослідницької діяльності.

Формування дослідницьких компетентностей відбувається через різні форми організації навчальної діяльності: проблемні лекції, практичні заняття з елементами дослідження, лабораторні роботи з використанням комп'ютерних технологій, самостійну роботу, науково-дослідну діяльність, проектну роботу. Кожна форма має свої особливості та можливості для формування різних компонентів дослідницької компетентності.

Таблиця 3.2 Формування дослідницьких компетентностей майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь

Компоненти компетентності	Методи та засоби формування	Форми організації навчання	Критерії оцінювання
Мотиваційно-оцінний	Створення проблемних ситуацій демонстрація	Проблемні лекції дискусії наукові	Інтерес до дослідницької діяльності активність
Когнітивний	Проблемне викладання самостійна робота з науковою літературою	Лекції практичні заняття консультації	Знання методів дослідження вміння обґрунтовувати вибір
Діяльнісно-практичний	Дослідницькі завдання проектна діяльність ІКТ	Практичні заняття лабораторні роботи проекти	Вміння формулювати гіпотези розробляти план дослідження
Рефлексивно-оцінний	Самоаналіз та самооцінка результатів взаємооцінювання	Дискусії захист проектів рефлексивні звіти	Здатність до самоаналізу вміння виявляти помилки

Методика формування дослідницьких компетентностей передбачає поетапну організацію дослідницької діяльності: підготовчий етап (формування мотивації, ознайомлення з методами дослідження), основний етап (виконання дослідницьких завдань, проектна діяльність), заключний етап (презентація результатів, рефлексія, визначення перспектив подальших досліджень). Інноваційні методи навчання (кейс-метод, ділові ігри, мозковий штурм, метод проектів) відіграють важливу роль у формуванні дослідницьких

компетентностей, активізуючи пізнавальну діяльність майбутніх вчителів математики, створюючи умови для розвитку творчого потенціалу, формування навичок самостійної дослідницької діяльності. Організація групової дослідницької діяльності сприяє формуванню комунікативних умінь, навичок роботи в команді, вміння розподіляти обов'язки, приймати спільні рішення. Групова діяльність може здійснюватися у різних формах: робота в малих групах, виконання групових проєктів, участь у наукових гуртках. Контроль та оцінювання результатів формування дослідницьких компетентностей мають враховувати всі компоненти компетентності, виявляти динаміку їх розвитку, стимулювати майбутніх вчителів математики до подальшого вдосконалення. Для оцінювання використовуються спостереження, аналіз продуктів діяльності, тестування, захист проєктів, портфоліо, самооцінка, взаємооцінка. Апробація запропонованої методики на факультеті математики та інформатики підтвердила її ефективність для підвищення рівня сформованості дослідницьких компетентностей майбутніх вчителів математики, розвитку математичного мислення, формування здатності до самостійної дослідницької діяльності. Впровадження запропонованої методики формування дослідницьких компетентностей у практику роботи закладів вищої освіти дозволить підвищити якість математичної освіти, забезпечити підготовку конкурентоспроможних фахівців, здатних до творчого вирішення нестандартних задач, постійного самовдосконалення та адаптації до мінливих умов професійної діяльності.

ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз сутності системно-діяльнісного підходу у вищій математичній освіті дозволив визначити його як методологічну основу організації навчального процесу, спрямовану на формування системного мислення та діяльнісної позиції майбутніх вчителів математики.

Встановлено, що системно- діяльнісний підхід передбачає організацію активної пізнавальної діяльності майбутніх вчителів математики, спрямованої на засвоєння теоретичних знань через практичну діяльність, формування здатності до самостійного конструювання знань, розвиток критичного мислення, формування вмінь застосовувати отримані знання для розв'язання практичних задач.

Визначено психолого-педагогічні особливості засвоєння диференціальних рівнянь, які полягають у складності математичного апарату, високому рівні абстрактності понять, необхідності формування спеціальних мисленнєвих дій, таких як аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, що забезпечують успішне засвоєння навчального матеріалу.

Встановлено, що ефективність засвоєння диференціальних рівнянь залежить від рівня розвитку абстрактно-логічного мислення майбутніх вчителів математики, сформованості математичної культури, наявності стійкої мотивації до вивчення математики.

Розкрито структуру системно-діяльнісної технології навчання, яка включає цільовий, змістовий, процесуальний та результативно-оцінний компоненти, та особливості її реалізації при вивченні диференціальних рівнянь.

Визначено, що ефективність реалізації технології залежить від дотримання принципів системності, діяльності, психологічної комфортності, варіативності, творчості. Розроблено методичні засади проектування навчального процесу на основі системно-діяльнісного підходу, які передбачають: визначення навчальних цілей відповідно до компетентнісного

підходу; структурування змісту навчального матеріалу з урахуванням логіки розгортання теорії диференціальних рівнянь; розробку системи навчальних задач, спрямованих на формування різних видів діяльності; вибір оптимальних методів та форм навчання; розробку системи контролю та оцінювання результатів навчання.

Обґрунтовано ефективні методи та форми організації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь, серед яких: проблемні лекції, семінари-дискусії, практичні заняття з елементами моделювання, дослідницькі проекти, кейс-метод. Доведено, що поєднання традиційних та інноваційних методів навчання дозволяє забезпечити високий рівень засвоєння теоретичних знань, формування практичних умінь та навичок, розвиток математичного мислення, формування здатності до застосування математичних методів у професійній діяльності.

Розроблено систему контролю та оцінювання навчальних досягнень майбутніх вчителів математики при вивченні диференціальних рівнянь на основі системно- діяльнісного підходу, яка враховує всі компоненти математичної компетентності: когнітивний, діяльнісний, ціннісно-мотиваційний, рефлексивний.

Встановлено, що система контролю має бути спрямована не лише на визначення рівня засвоєння знань та сформованості вмінь, але й на розвиток навичок самоконтролю та самооцінки, формування здатності до рефлексії, стимулювання майбутніх вчителів математики до подальшого навчання та професійного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акуленко І. А., Скафа О. І., Синельник Г. О. Загальна методика навчання математики: основна і профільна школа : електрон. підруч. для студ. педагог. ВНЗ. Донецьк : ДонНУ, 2022.
2. Белан В. Ю. Підготовка майбутніх учителів професійних технічних предметів із використанням технологій дистанційного навчання в університетах Республіки Польща : дис. ... д-ра філософії : 015. Київ, 2021. 267 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/725831/1.pdf> (дата звернення: 03.09.2025).
3. Біда О. А. Сутність та структура дослідницької компетентності майбутніх фахівців. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький : РВВ КДПУ ім. Винниченка, 2017. Вип. 159. С. 10–13.
4. Буковська О. І., Васильєва Д. В. Гурток з математики у 7 класі. Математичне моделювання. Математика в рідній школі. 2014. № 6. С. 39–47.
5. Бурда М. І. Компетентнісна орієнтація змісту шкільних підручників з математики. Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / наук. ред. О. М. Топузов. Київ : Педагогічна думка, 2014. Вип. 14. С. 78–85.
6. Вайнтрауб М. А. Реалізація системно-діяльнісного підходу у навчальних закладах вищої освіти на прикладі викладання дисциплін з охорони праці. Професійна освіта: методологія, теорія та технології. 2017. № 6. С. 109–122.
7. Васильєва Д. В. Мультимедіа на уроках математики: 5–6 класи. Київ : Редакція газет природничо-математичного циклу, 2013. 128 с.
8. Василюк В. Дослідницька компетентність у складі фахових компетентностей майбутніх магістрів філології. Психолого-педагогічний супровід фахового зростання особистості в системі неперервної професійної освіти : матер. II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю. Бердянськ : БДПУ, 2021. С. 181–184.
9. Володіна А. І. Розвивальне навчання на уроках математики в 7–11 класах. Таврійський вісник освіти. 2016. № 1 (53). С. 5–9.
10. Волошена В. В. Формування в учнів основної школи вмій математичного

- моделювання як складової математичної компетентності. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вінниця : ВДПУ, 2014. Вип. 37. С. 122–125.
11. Галузева концепція розвитку неперервної педагогічної освіти : затв. наказом МОН України від 14.08.2013 № 1176. URL: http://osvita.ua/legislation/Ser_osv/36816/ (дата звернення: 03.09.2025).
12. Глобін О. І. Цілепокладання як засіб управління навчальною діяльністю учнів на уроці математики. Актуальні питання природничо-математичної освіти : зб. наук. праць. Суми : СумДПУ, 2014. С. 103–109.
13. Головань М. С., Яценко В. В. Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі. Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2017. Вип. VII. С. 55–62.
14. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011> (дата звернення: 03.09.2025).
15. Доценко С. О. Досвід організації дистанційного навчання в Китаї. Вісник Херсонського державного університету. Серія: Педагогічні науки. 2021. Вип. 47. С. 26–34. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/items/57060296-69ba-447a-b854-014b239f97a1> (дата звернення: 03.09.2025).
16. Іконнікова М. В. Особливості підготовки майбутніх філологів до пошуково-дослідницької діяльності: досвід США. Молодий вчений. 2017. № 8 (48). С. 219–224.
17. Концепція профільного навчання : Проект. URL: <http://mon.gov.ua/ua/pr-viddil/1312/1390288033/1402388614/> (дата звернення: 03.09.2025).
18. Лов'янова І. В. Вибрані методи і прийоми розв'язування геометричних задач (матеріали для факультативних занять та курсів за вибором). 10 клас : метод. посіб. Черкаси : Видавець Чабаненко Ю. А., 2016. 64 с.

- 19.Лов'янова І. В. Професійно спрямоване навчання математики у профільній школі: теоретичний аспект : монографія. Черкаси : Видавець Чабаненко Ю. А., 2014. 354 с.
- 20.Лов'янова І. В., Шиперко С. Г. Математика: довідник-тренажер. Частина І. Арифметика. Алгебра : метод. посіб. Черкаси : Видавець Чабаненко Ю. А., 2014. 150 с.
- 21.Лов'янова І. В., Шиперко С. Г. Математика: довідник-тренажер. Частина І. Арифметика. Алгебра : метод. посіб. Черкаси : Видавець Чабаненко Ю. А., 2018. 150 с.
- 22.Лугова А. Дослідницька компетентність та сутність її впливу на майбутніх учителів іноземних мов у процесі професійної підготовки. Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. 2019. Вип. 4 (160). С. 170–175.
- 23.Методичні рекомендації щодо складення регіональних планів створення освітніх округів та модернізації мережі професійно-технічних, загальноосвітніх навчальних закладів, у тому числі шкіл-інтернатів : затв. розпорядженням КМУ від 5.09.2012 № 675-р. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/675-2012> (дата звернення: 03.09.2025).
- 24.Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року : затв. Указом Президента України від 25.06.2013 № 344. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 03.09.2025).
- 25.Олійник І. В. Використання коучинг-технології у процесі формування дослідницької компетентності у майбутніх докторів філософії в умовах аспірантури. Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія: Педагогіка і психологія. Педагогічні науки. 2019. № 1 (17). С. 158–167.
- 26.Організація навчально-виховного процесу в багатопрофільній школі : монографія / Н. А. Тарасенкова, І. А. Акуленко, І. В. Лов'янова та ін. Черкаси, 2015. 268 с.

27. Положення про дистанційне навчання : затв. наказом МОН від 25.04.2013 № 466. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13> (дата звернення: 03.09.2025).
28. Порядок організації інклюзивного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах : затв. постановою КМУ від 15.08.2011 № 872. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/872-2011> (дата звернення: 03.09.2025).
29. Професійна освіта: теоретичні та прикладні аспекти формування компетентності майбутніх фахівців : кол. монографія / І. І. Доброскок та ін. Переяслав-Хмельницький : ФОП Домбровська Я. М., 2016. 444 с.
30. Тарасенкова Н. А. Схематизація при вивченні нового матеріалу. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та майбутніх вчителів математики у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу ІТМ*плюс-2017 : матеріали міжнар. наук.-метод. конф. Суми : ВВП «Мрія» ТОВ, 2017. С. 96–97.
31. Тарасенкова Н. А. Формування професійного тезауруса в майбутнього вчителя математики. Стан та перспективи підготовки вчителя математики в Україні : матеріали Всеукр. наук.-метод. конф. Вінниця : Планер, 2015. С. 8–10.
32. Указ Президента України «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» від 30.09.2010 № 926. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/926/2010> (дата звернення: 03.09.2025).
33. Хмара Т. М. Математична мова. Квантори існування та загальності. Математика в рідній школі. 2014. № 11. С. 11–14.
34. Хмара Т. М. Розвиток математичної мови учнів основної школи в «навколопонятійному просторі». Математика в сучасній школі. 2013. № 11. С. 2–5.
35. Хмара Т. М., Задорожня Т. М. До питання дидактичних функцій електронного підручника. Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць

- / наук. ред. О. М. Топузов. Київ : Педагогічна думка, 2014. Вип. 14. С. 802–809.
- 36.Хмара Т. М., Кравчук О. П. Якісні задачі в змісті шкільних підручників як засіб реалізації міжпредметних зв'язків. Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць / наук. ред. О. М. Топузов. Київ : Педагогічна думка, 2014. Вип. 14. С. 321–329.
- 37.Шмба А. В. Реалізація системно-діяльнісного підходу в процесі професійної підготовки майбутнього вчителя іноземної мови. Молодий вчений. 2020. № 7.1 (83.1). С. 146–149.
- 38.Artuso A. R., Graf S. T. Science and Math Courses in a Danish Digital Learning Platform: What makes them more or less popular? IARTEM E-Journal. 2020. Vol. 12 (1). <https://doi.org/10.21344/iartem.v12i1.726>
- 39.Gao X., Li P., Shen J., Sun H. Reviewing assessment of student learning in interdisciplinary STEM education. International Journal of STEM Education. 2020. Vol. 7. № 24. URL: <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00225-4> (дата звернення: 03.09.2025).
- 40.Gayevska O., Soroko N. The pedagogical strategies with immersive technologies for teaching and learning the Japanese language. Information Technologies and Learning Tools. 2022. Vol. 92. № 6. С. 99–110. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5133> (дата звернення: 03.09.2025).
- 41.Gómez-Zermeño M., Franco-Gutiérrez H. The use of educational platforms as teaching resource in mathematics. Journal of Technology and Science Education JOTSE. 2018. Vol. 8 (1). P. 63–71.
- 42.Graf S. T., Gissel S. T., Slot M. F. Course designs in Meebook's course builder – analysis of 102 course designs. Journal of Learning and Media. 2018. Vol. 11 (18). P. 1–29. URL: <https://www.ucviden.dk/en/publications/course-designs-in-meebooks-course-builder-analysis-of-102-course-> (дата звернення: 03.09.2025).
- 43.Kryvoruchko I., Shukatka O. Features of implementation of STEAM education in Ukraine and Latvia. Actual aspects of the development of STEAM education in the conditions of European integration : A collection of materials of the

- International Scientific and Practical Internet Conference. Kropyvnytskyi : DonDUVS, 2023. С. 91–93. URL: <https://acortar.link/QchKqz> (дата звернення: 03.09.2025).
- 44.Kryvovyaz A., Slyvka M., Korol N., Kut M., Onysko M. Prospects of using elements of STEAM education in chemistry lessons. Actual aspects of the development of STEAM education in the conditions of European integration : A collection of materials of the International Scientific and Practical Internet Conference. Kropyvnytskyi : DonDUVS, 2023. С. 89–90. URL: <https://acortar.link/QchKqz> (дата звернення: 03.09.2025).
- 45.Liao C. Creating a STEAM map: A content analysis of visual art practices in STEAM education. STEAM Education: Theory and Practice / Ed. T. Kowalczyk. Springer, 2019. P. 37–55. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_3 (дата звернення: 03.09.2025).
- 46.Lovyanova I. On Specific Character of Mathematical Education Content Selection at Subject-Specialised School. American Journal of Educational Research. 2015. Vol. 1. No. 11. P. 523–527. URL: <http://pubs.sciepub.com/education/1/11/11> (дата звернення: 03.09.2025).
- 47.Magid L. Google Classroom offers an assignment center for students and teachers. Forbes. 2014. URL: <https://acortar.link/gm3KvL> (дата звернення: 03.09.2025).
- 48.Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. NIST Special Publication. National Institute of Standards and Technology. 2011. URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145> (дата звернення: 03.09.2025).
- 49.Moreno-Guerrero A.-J., Aznar-Díaz I., Cáceres-Reche P., Alonso-García S. E-Learning in the Teaching of Mathematics: An Educational Experience in Adult High School. Mathematics. 2020. Vol. 8. 840. <https://doi.org/10.3390/math8050840>
- 50.Polihun N. I., Postova K. H., Slipukhina I. A., Onopchenko H. V., Onopchenko O. V. Implementation of STEM education in conditions of integration of formal and informal education of gifted students : метод. рекомендації. Київ : Institute

of the Gifted Child of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2019.
URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/286032301.pdf> (дата звернення: 03.09.2025).

51. Rūdolfā A., Daniela L. Learning Platforms in the Context of the Digitization of Education: A Strong Methodological Innovation. The Experience of Latvia. Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments. Lecture Notes in Networks and Systems / D. Scaradozzi et al. (eds.). Springer, 2021. Vol. 240. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_28
52. Sofi-Karim M., Bali A. O., Rached K. Online education via media platforms and applications as an innovative teaching method. Education and Information Technologies. 2023. Vol. 28. P. 507–523. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11188-0>
53. Tamborg A. L. Organizational and Pedagogical Implications of Implementing Digital Learning Platforms in Danish Compulsory Schools. Aalborg : Aalborg Universitet, 2019.
URL: https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/307980350/PHD_Andreas_Lindenskov_Tamborg_E_pdf.pdf (дата звернення: 03.09.2025).