

DOI 10.31865/2414-9292.24.2025.349740

УДК 378.6

СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНИЙ ПІДХІД ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ»

Ярослав Петрівський

доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій та
моделювання,

Рівненський державний гуманітарний університет,

Рівне, Україна,

ORCID ID 0000-0001-9749-8244,

prorectorsgu@ukr.net

Михайло Тимчук

старший викладач кафедри математики та методики її навчання,

Рівненський державний гуманітарний університет,

Рівне, Україна,

ORCID ID 0000-0003-1793-5999

mvtychuk@ukr.net

Людмила Петрівська

викладач математики вищої категорії, викладач методист,

Відокремлений структурний підрозділ «Рівненський фаховий коледж
Національного університету біоресурсів і природокористування України»,

Рівне, Україна,

ORCID ID 0009-0001-9426-0932

petrivskal@ukr.net

Юлія Криса

магістрантка 2 року навчання,

Рівненський державний гуманітарний університет,

Рівне, Україна,

ORCID ID 0009-0009-5589-0665

ykrusa23@gmail.com

Анотація. Стаття присвячена теоретичному обґрунтуванню та практичним аспектам впровадження системно-діяльнісного підходу (СДП) в освітній процес закладів вищої освіти, зокрема при вивченні диференціальних рівнянь. СДП, що інтегрує системну методологію і теорію діяльності, розглядається як методологічна основа для формування професійних компетентностей майбутніх фахівців, забезпечуючи активну суб'єктну позицію студентів через системну організацію їхньої пізнавальної діяльності. Автори аналізують багаторівневі труднощі студентів при опануванні диференціальних рівнянь – від концептуального розуміння сутності рівнянь як моделей динамічних процесів до операційних навичок

розв'язування та прикладного моделювання. Підкреслюється вирішальна роль мотивації, вікових особливостей та методичної компетентності викладача (здатність створювати проблемні ситуації, використовувати сучасні технології, зокрема цифрові навчальні платформи) для ефективності навчального процесу.

Обґрунтовується структура системно-діяльнісної технології як динамічного, інтегративного конструкту, який вимагає комплексної модернізації змісту математичної освіти (професійна, практична, міждисциплінарна орієнтація). В якості основного дидактичного інструменту для практичної реалізації СДП та систематизації дій здобувачів пропонуються навчальні картки. Також наголошується на важливості вивчення зарубіжного досвіду та необхідності педагогічного експерименту для перевірки запропонованих теоретичних засад на практиці.

Ключові слова: теорія діяльності; метод системного аналізу; диференціальні рівняння; навчання; технологія.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Основним завданням вищої освіти є підготовка кадрів, які повною мірою відповідають потребам сучасного суспільства. Ці фахівці мають бути не просто висококласними виконавцями у своїй сфері, а й володіти широким спектром міжпрофесійних умінь: здатністю до наукового пошуку, планування, моніторингу процесів та ефективної комунікації. Їхня робота має являти собою не механічне поєднання різних функцій, а принципово новий підхід до праці, що дає змогу гнучко й комплексно розв'язувати багатоаспектні проблеми.

Критично важливо розпочати таке комплексне формування професійної основи вже на етапі вивчення вищої математики в університеті. Становлення цієї бази відбувається завдяки двонаправленому процесу: інтеріоризації (активне засвоєння та внутрішнє осмислення навчальних відомостей) та екстеріоризації (зовнішнє застосування та вираження набутих знань на практиці).

Підвищення ефективності викладання та глибини засвоєння математичних дисциплін залишається пріоритетним завданням для сучасних освітян і дослідників. Вони мають забезпечити, щоб студенти не обмежувалися лише теоретичним розумінням матеріалу, а й набували реальних навичок його практичного використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Системно-діяльнісний підхід (СДП) формувався протягом тривалого часу становлення педагогіки, ґрунтуючись на фундаментальних психолого-педагогічних дослідженнях природи навчання, пізнавальної діяльності та розвитку особистості, а його ідейні основи можна простежити до робіт класичних німецьких філософів. При вивченні математики СДП передбачає організацію навчального матеріалу як системи взаємопов'язаних понять, принципів і методів, засвоєння яких відбувається через активну пізнавальну діяльність студентів.

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 (Вайнтрауб, 2017). А. Шиба розглядає цей підхід як методологічну основу для формування компетентностей майбутніх фахівців, оскільки він забезпечує активізацію суб'єктної позиції здобувача освіти через системну організацію його навчальної діяльності (Шиба, 2020). Н. Тарасенкова підкреслює важливість формування професійного тезаурусу майбутнього вчителя математики на основі структурованого представлення математичних понять та методів (Тарасенкова, 2015).

Діяльнісний компонент СДП реалізується через активізацію навчально-пізнавальної діяльності студентів, залучення їх до самостійного пошуку розв'язання проблем, експериментування, моделювання. Т. Хмара акцентує увагу на розвитку математичної мови здобувачів як важливого аспекту математичної освіти (Хмара, 2014). СДП вимагає активної позиції викладача як організатора освітнього процесу, консультанта та фасилітатора навчальної діяльності студентів. Викладач диференціальних рівнянь, працюючи в рамках СДП, створює умови для самостійної пошукової діяльності студентів, стимулює їх до активного засвоєння знань та розвитку дослідницьких умінь.

Європейський досвід впровадження системно-діялісного підходу у вищу математичну освіту є значним і цікавим для української педагогічної спільноти. А. Рудолфа та Л. Даніела досліджують використання навчальних платформ у контексті цифровізації освіти (Rudolfa, Daniela, 2021). Тенденції розвитку СДП у вищій математичній освіті пов'язані з інтеграцією традиційних та інноваційних методів навчання, розширенням міждисциплінарних зв'язків, впровадженням цифрових технологій. А. Морено-Герреро та його колеги досліджують особливості електронного навчання математики, його переваги та обмеження (Moreno-Guerrero, Aznar-Diaz et. al., 2020).

Важливим аспектом СДП є формування навичок самоосвіти та самовдосконалення, які необхідні для професійного розвитку майбутніх фахівців. А. Тамборг досліджує організаційні та педагогічні аспекти впровадження цифрових навчальних платформ у освітній процес (Tamborg, 2019). Модернізація змісту математичної освіти у контексті СДП передбачає його професійну спрямованість, практико-орієнтований характер, міждисциплінарність. М. Бурда розглядає компетентнісну орієнтацію змісту навчання математики як важливу умову підготовки компетентних фахівців (Бурда, 2014). Трансформація ролі викладача в умовах реалізації СДП вимагає від нього нових компетентностей, зокрема, здатності створювати навчальні ситуації, які стимулюють пізнавальну активність студентів, організовувати

дослідницьку діяльність, використовувати сучасні освітні технології. М. Гомез-Зермено та Х. Франко-Гутьєррез досліджують використання освітніх платформ як навчального ресурсу при вивченні математики (Gomez-Zermeno, Franco-Gutierrez, 2018). Автори у своїй роботі (Петрівський, Тимчук та ін., 2025) розглядають організацію вивчення математичного аналізу здобувачами ЗВО на основі системно-діялісного підходу, детально аналізують структуру системної та діялісної складових.

Формулювання цілей статті. Викладений вище огляд останніх публікацій демонструє значну увагу до реалізації діялісного підходу (чи його елементів) при навчанні сучасних здобувачів. У той же час, основний акцент у публікаціях робиться на психологічних засадах діялісного підходу (Буковська, 2014; Волошена, 2018), використанні цифрових інструментів навчання (Лос, 2016; Vandebrouck, Chiappini et. al., 2022), застосуванні генеративного штучного інтелекту (Mohamed, 2022; Hwang, 2021) і т. п. Значно менше уваги дослідники приділяють організації вивчення конкретних дисциплін в ключі системно-діялісного підходу, механізмам, технікам та засобам навчання які забезпечать формування у здобувачів розуміння конкретного математичного поняття, теми чи розділу навчальної дисципліни.

Студенти стикаються з багаторівневими труднощами при опануванні диференціальних рівнянь. На рівні концепцій ці складнощі полягають у сприйнятті диференціальних рівнянь як математичного відображення (моделей) динамічних явищ, а також у тлумаченні знайдених розв'язків та розумінні зв'язку між аналітичними, графічними та чисельними техніками розв'язування. На практичному (операційному) рівні проблеми виникають під час оволодіння технікою розв'язання різних класів рівнянь, застосуванням інтеграційних методів та виконанням необхідних перетворень. На рівні практичного застосування складність полягає у створенні математичних моделей для реальних ситуацій, поясненні отриманих результатів та визначенні обмежень їхньої придатності (Лов'янова, 2014).

Основна мета даної роботи – створення навчально-методичного комплексу з дисципліни «Диференціальні рівняння» (включно з навчальною програмою, збірником завдань для практичних робіт та навчальними картками) на основі системно-діялісного підходу до організації навчання. У цій статті ми розкриваємо суть застосування системно-діялісного підходу в контексті диференціальних та наводимо приклад однієї з навчальних карток, які виступають головним інструментом навчання.

Результати дослідження. Робота з абстрактними математичними ідеями вимагає від студентів розвиненого логічного апарату, просторового мислення та

вміння вільно оперувати символами. При засвоєнні диференціальних рівнянь здобувачі вищої освіти змушені синтезувати знання з кількох галузей математики – аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, – що підвищує розумове навантаження.

Мотивація є ключовою для успіху у вивченні математики загалом і диференціальних рівнянь зокрема. Пізнавальна цікавість, розуміння практичної цінності матеріалу та внутрішнє прагнення до самовдосконалення стимулюють активність студентів у процесі навчання.

Вікові та психологічні особливості здобувачів освіти мають суттєвий вплив на те, наскільки ефективно вони опановують диференціальні рівняння. Студентський період характеризується зміцненням теоретичного мислення, професійною спрямованістю пізнавальних процесів та формуванням унікального стилю розумової роботи. Врахування типових особливостей мислення, переважаючих каналів сприйняття та здібностей до різних математичних видів діяльності дає змогу покращити процес викладання диференціальних рівнянь (Artuso, Graf, 2020). Необхідно впроваджувати диференційований підхід, що бере до уваги рівень базової математичної підготовки, темп засвоєння нового, здатність до самостійної роботи та існуючі прогалини у знаннях.

Створення понятійної бази є основою для теоретичного мислення у сфері диференціальних рівнянь. Засвоєння понять відбувається через інтенсивну розумову діяльність: аналіз, синтез, зіставлення, абстрагування та узагальнення. Для глибокого розуміння концепцій важливо дотримуватися балансу між формальною точністю та інтуїтивними підходами, між суворими математичними визначеннями та їх наочною інтерпретацією. Робота з формулюваннями, теоремами та алгоритмами розв'язування повинна супроводжуватися розглядом змістовних прикладів, які ілюструють теорію та демонструють її застосування. Систематизація концепцій, виявлення їхніх взаємозв'язків та побудова концептуальних схем сприяють формуванню цілісної системи знань з диференціальних рівнянь.

Розвиток математичного мислення реалізується через послідовне формування аналітичних, синтетичних, узагальнювальних та конкретизуючих розумових операцій. Диференціальні рівняння як навчальна дисципліна мають великий потенціал для розвитку логічного, аналітичного та просторового мислення. Математичне моделювання реальних явищ за допомогою цих рівнянь сприяє формуванню системного мислення, здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та прогнозувати розвиток ситуацій (Волошена, 2014). Створення та аналіз математичних моделей розвиває евристичне мислення,

інтуїцію та креативність.

Організація самостійної роботи студентів при вивченні диференціальних рівнянь вимагає врахування психологічних механізмів саморегуляції та самоконтролю. Ефективна самостійна робота передбачає наявність внутрішнього стимулу (мотивації), навичок планування власної діяльності, а також здатності до самооцінки та осмислення виконаного. Для розвитку цих навичок доцільно пропонувати диференційовані завдання, які відповідають рівню підготовки, містять елементи новизни та практичної важливості. Надання чітких інструкцій, алгоритмів та можливості консультацій з викладачем сприяє формуванню впевненості та підвищенню результативності самостійної роботи.

Навчання диференціальним рівнянням часто стикається з проблемою перевантаження навчальних планів та браком часу на освоєння складного матеріалу. У цих умовах особливо важлива оптимізація процесу, виділення ключових елементів (понять, принципів, методів) та забезпечення міцного засвоєння базових знань і вмінь. Необхідно уникати формалізму в навчанні, який зводиться до механічного запам'ятовування формул та процедур без розуміння їхньої суті та сфери застосування.

Роль викладача у створенні комфортної психологічної атмосфери для опанування диференціальних рівнянь є надзвичайно важливою. Емоційна підтримка, конструктивний відгук, визнання успіхів та створення ситуацій досягнення сприяють подоланню математичної тривожності, формуванню віри у власні сили та розвитку пізнавального інтересу. Особистісно-орієнтований підхід вимагає врахування індивідуальних особливостей, інтересів, здібностей та рівня знань кожного студента.

Тривожність щодо математики є серйозною перешкодою для ефективного засвоєння диференціальних рівнянь. Негативні емоції, пов'язані з предметом, можуть блокувати розумові процеси, знижувати працездатність та призводити до уникнення математичних завдань. Подолання цієї тривожності вимагає комплексних заходів, включаючи психологічну допомогу, створення безпечного навчального середовища, формування адекватної самооцінки та розвиток навичок самоконтролю. Важливо показати доступність та красу математики, створивши умови для позитивного досвіду роботи з нею. Формування навичок рефлексії та метакогнітивних стратегій має важливе значення. Здатність усвідомлювати та регулювати власне пізнання, аналізувати помилки, оцінювати ефективність використовуваних підходів та планувати навчання сприяє розвитку самостійності та відповідальності за результати (Буковська, 2014). Метакогнітивні стратегії охоплюють планування, моніторинг, оцінювання та коригування навчальної діяльності. Розвиток таких навичок стимулюється через

дискусії, рефлексивні бесіди, ведення навчальних щоденників та самоаналіз успіхів і невдач.

Розвиток творчого математичного мислення є важливою метою вивчення диференціальних рівнянь. Творчість виявляється у знаходженні нетипових рішень, встановленні неочевидних зв'язків та генеруванні нових ідей. Для його стимулювання необхідно створювати проблемні ситуації, які активізують пошук, пропонувати відкриті завдання з кількома можливими шляхами чи відповідями. Заохочення ініціативи, толерантність до помилок та підтримка допитливості й експериментування сприяють формуванню креативного підходу.

Вплив попереднього математичного досвіду на засвоєння диференціальних рівнянь проявляється у різних аспектах. Міцні базові знання з математичного аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії створюють сприятливі передумови. Позитивний досвід зміцнює впевненість, мотивацію та готовність долати труднощі. Натомість негативний досвід може призвести до тривожності, заниженої самооцінки та уникнення завдань. Діагностика попередніх знань дозволяє виявити прогалини та розробити індивідуальні шляхи їх усунення.

Адаптація навчального процесу до індивідуальних психологічних особливостей вимагає застосування різноманітних методів, форм та засобів навчання, які відповідають різним стилям пізнання. Студенти з переважно візуальним сприйняттям краще засвоюють матеріал через графіки, схеми та наочні моделі. Для аудіалів важливі усні пояснення, обговорення та аудіозаписи. Кінестетики потребують практичної роботи, експериментування (Тарасенкова, 2015). Мультисенсорний підхід, що задіює різні канали, забезпечує найбільш ефективне засвоєння для всіх.

Збалансоване поєднання теорії та практики відповідає психологічним законам формування наукових знань і практичних умінь. Теоретичне навчання забезпечує розуміння суті понять, принципів і методів та формування цілісної картини знань. Практика дозволяє застосовувати теорію для розв'язання задач, формувати навички та розвивати інтуїцію. Інтегрований підхід є найбільш дієвим, забезпечуючи постійний взаємозв'язок між теорією та її практичним застосуванням.

Розуміння та врахування психолого-педагогічних аспектів засвоєння диференціальних рівнянь дає змогу оптимізувати навчальний процес, підвищити його ефективність та забезпечити формування міцних знань і компетентностей. Інтеграція досягнень психології, педагогіки, нейронауки та цифрових технологій створює нові можливості для розвитку математичної освіти, подолання традиційних проблем та забезпечення індивідуалізації навчання.

Цілісне осмислення системно-діяльнісної технології (СДТ) навчання вимагає детального аналізу її складових частин та їхніх зв'язків. СДТ є складним педагогічним конструктом, що поєднує методологію системного підходу з принципами організації навчання через діяльність. Її структура базується на логічному об'єднанні концептуально-методологічного, змістово-процесуального, організаційно-управлінського та оцінювально-результативного блоків, які забезпечують комплексний вплив на навчальну діяльність.

Структурно-логічна організація навчального матеріалу з диференціальних рівнянь у контексті СДТ потребує особливої уваги. Виділення ключових понять, встановлення логічних зв'язків, побудова ієрархій і схем сприяють формуванню цілісної системи знань. Структурування повинно відповідати логіці наукового пізнання, враховувати закономірності засвоєння знань та забезпечувати поступове ускладнення завдань. Використання опорних конспектів, схем, таблиць дає змогу візуалізувати структуру матеріалу та виділити суттєві відносини між концепціями, методами і теоріями (Кабінет Міністрів України, 2011).

Інтеграція традиційних та інноваційних елементів у структурі СДТ забезпечує її гнучкість, адаптивність та результативність. Лекції, як класична форма, в рамках СДТ набувають проблемного, дослідницького характеру, стають діалогом, що стимулює активне мислення та формування власної позиції. Практичні заняття орієнтовані не лише на відпрацювання типових задач, а й на розвиток умінь аналізувати проблеми, висувати гіпотези, обґрунтовувати рішення. Використання ІКТ розширює можливості візуалізації, моделювання, організації інтерактивної взаємодії та доступу до ресурсів (Gayevska, Soroko, 2022).

Модель системно-діяльнісної технології навчання диференціальних рівнянь відображає складну мережу взаємозв'язків між її елементами. Мета технології – формування компетентностей студентів через організацію активної пізнавальної діяльності. Ця мета досягається завдяки взаємодії всіх структурних компонентів. Кожен компонент має специфічні функції, але лише їхня спільна робота забезпечує ефективність технології (Tamborg, 2019).

Вертикальні та горизонтальні зв'язки у структурі технології забезпечують її цілісність. Вертикальні зв'язки відображають ієрархію від концептуальних засад до конкретних методів. Горизонтальні зв'язки забезпечують узгодженість між елементами одного рівня (змістом, формами, методами). Динамічність технології проявляється у можливості адаптації до різних умов, категорій студентів та розділів матеріалу.

Діяльнісний елемент технології реалізується через організацію різних

видів навчально-пізнавальної активності студентів: сприйняття, аналіз, синтез, застосування знань, дослідження, рефлексія. Важливо забезпечити поступовий перехід від репродуктивних до продуктивних та творчих видів діяльності.

Структурування діяльності відповідно до етапів засвоєння знань (мотивація, осмислення, застосування) сприяє ефективному формуванню знань та вмінь.

Динамічний характер СДТ дозволяє ефективно застосовувати її в різних умовах. Технологія має відкриту структуру, що дає змогу інтегрувати нові елементи відповідно до конкретних умов. Гнучкість забезпечується варіативністю форм і методів, їхнім вибором відповідно до індивідуальних потреб студентів та специфіки матеріалу (Буковська, 2014).

Практичний компонент СДТ реалізується через систему навчальних завдань різного типу. Репродуктивні завдання спрямовані на закріплення базових навичок. Варіативні – на застосування знань у змінених умовах. Творчі – на стимулювання пошукової активності та креативного мислення. Міжпредметні – на встановлення зв'язків між галузями знань. Професійно-орієнтовані – на моделювання професійних ситуацій (Волошена, 2014).

Методичний компонент включає конкретні прийоми та техніки, що забезпечують реалізацію діяльнісного підходу. Проблемні методи створюють ситуації, які стимулюють пізнання та розвивають аналітичне мислення. Дослідницькі методи залучають студентів до самостійного виявлення закономірностей та формулювання гіпотез. Інтерактивні методи забезпечують активну взаємодію та формування навичок співпраці. Проєктні методи спрямовані на інтеграцію знань і вмінь через розробку проєктів.

Мотиваційний компонент спрямований на формування позитивного ставлення до вивчення диференціальних рівнянь, розвиток інтересу та усвідомлення цінності математичних знань. Створення проблемних ситуацій, демонстрація практичного застосування та забезпечення ситуацій успіху сприяють формуванню внутрішньої мотивації. Важливо забезпечити баланс між внутрішнім і зовнішнім стимулюванням для формування стійких пізнавальних інтересів.

Ресурсне забезпечення СДТ охоплює навчально-методичні, інформаційні, матеріально-технічні та кадрові ресурси. Навчально-методичні ресурси забезпечують змістову підтримку. Інформаційні ресурси розширюють доступ до навчальної інформації. Матеріально-технічні ресурси (комп'ютери, програмне забезпечення) створюють умови для ефективної організації. Кадрові ресурси (викладачі, методисти) забезпечують практичну реалізацію технології. Ефективне використання та залучення ресурсів є ключовою умовою успіху.

Гнучкість та адаптивність СДТ дозволяють успішно застосовувати її в різних форматах: очному, заочному, дистанційному. В умовах дистанційного навчання зростає важливість організації самостійної роботи та ефективної комунікації. Використання освітніх платформ і систем управління навчанням дозволяє реалізувати принципи СДТ віддалено. Змішане навчання розширює можливості застосування технології, поєднуючи елементи очного та дистанційного форматів. Компетентнісна орієнтація СДТ проявляється у спрямованості на формування здатності застосовувати знання та навички для розв'язання професійних проблем. Структура компетентностей включає математичні (розуміння та застосування теорій), загальнонаукові (критичне мислення, аналіз), інформаційно-технологічні, комунікативні (робота в команді) та особистісні (самостійність, креативність) (Бурда, 2014).

Інтегративний характер СДТ виявляється у взаємозв'язку різних елементів і підходів. Інтеграція системного та діяльнісного підходів забезпечує її цілісність. Поєднання традиційних та інноваційних методів дозволяє використовувати найкращі практики. Інтеграція теорії та практики забезпечує баланс між знаннями та вміннями. Інтеграція формального та неформального навчання розширює освітній простір. Перспективи розвитку СДТ пов'язані з подальшою інтеграцією цифрових технологій, розширенням міждисциплінарних зв'язків та індивідуалізацією навчання. Розробка адаптивних систем, що враховують особливості студентів, дозволить підвищити ефективність. Використання ШІ, віртуальної та доповненої реальності розширить можливості візуалізації та моделювання. Розвиток платформ для змішаного та дистанційного навчання створить нові умови для реалізації СДП.

Успіх у впровадженні системно-діяльнісної технології (СДТ) для викладання диференціальних рівнянь залежить від належної кваліфікації викладачів та розвитку їхньої методичної майстерності. Педагог повинен мати не лише ґрунтовні знання предмета, але й володіти сучасними навчальними методиками, зокрема, вміти створювати проблемні ситуації, організовувати пошукову роботу студентів, застосовувати інформаційні технології та ефективно керувати навчальним процесом. Підвищення методичної компетентності викладачів може відбуватися через систему післядипломної освіти, участь у спеціалізованих заходах (семінарах, вебінарах, конференціях), обмін практичним досвідом та самоосвіту.

Міжнародний досвід застосування СДП у викладанні математики становить великий інтерес для української освітньої спільноти. Вивчення практики інших країн дає можливість виявити дієві підходи, інноваційні методи та технології, які потенційно можна адаптувати до вітчизняних умов. Особливо

цінним є досвід країн, що демонструють високі результати у міжнародних порівняльних дослідженнях якості освіти, таких як Фінляндія, Сінгапур, Південна Корея, Японія та Канада. Аналіз їхніх освітніх систем показує активне використання діяльнісних, проблемних та дослідницьких методів, значну увагу до формування практичних умінь, розвитку креативності та здатності застосовувати знання у нетипових ситуаціях (Magid, 2014).

Результативність СДТ у навчанні диференціальних рівнянь обумовлена багатьма чинниками: якістю навчально-методичних матеріалів, професіоналізмом педагогів, вмотивованістю студентів та матеріально-технічним забезпеченням закладу. Важливо застосовувати комплексний підхід до впровадження цієї технології, враховуючи всі її складові та їхній взаємозв'язок. Моніторинг та оцінювання ефективності СДТ має ґрунтуватися на чітких критеріях та показниках, що охоплюють різні аспекти процесу: якість засвоєння знань, сформованість навичок, розвиток компетентностей, рівень мотивації та задоволеність учасників.

Таким чином, структура системно-діяльнісної технології викладання диференціальних рівнянь є складним, багатокомпонентним та гнучким механізмом, який об'єднує різні підходи, методи та форми навчання в єдину цілісну систему, спрямовану на досягнення освітніх цілей. Взаємодія концептуального, змістового, організаційного та оцінювального блоків забезпечує цілісність та ефективність технології. Гнучкість структури дає змогу пристосовувати СДТ до різних умов, контингенту студентів та навчальних розділів, зберігаючи її основну сутність. Подальший розвиток цієї технології пов'язаний з інтеграцією інновацій, поглибленням міждисциплінарних зв'язків та персоналізацією навчального процесу.

Зважаючи на вікові особливості та глибину засвоєння суміжних математичних знань студентами, автори вважають основним інструментом ефективної реалізації СДП так звані навчальні картки. Ці дидактичні засоби фіксують стандартизований спосіб виконання конкретного завдання, містять інформацію про предмет вивчення, структуру діяльності та план її організації. Вони слугують обов'язковим дороговказом до моменту, коли студент зможе виконувати діяльність вільно, швидко, без помилок та з адекватним словесним поясненням. Фактично, навчальні картки є покроковим алгоритмом дій студента під час розв'язування задач певного класу. Приклад такої картки наведено нижче.

Навчальна картка.

Завдання: знайти розв'язок задачі Коші
$$\begin{cases} y' + \frac{1}{x} y = 3x, \\ y|_{x=1} = 4. \end{cases}$$

Ціль: розв'язати лінійне диференціальне рівняння; навчитись розв'язувати задачу Коші для ЗДР першого порядку.

Предмет: інтегрування у метасистемі 1 – ЗДР першого порядку.

Метод: метод Лагранжа (варіації сталої).

Засоби: розділ 3, тема 1.

Склад діяльності:

- 1) записати відповідне однорідне рівняння, встановити його тип;
- 2) відокремити змінні у отриманому рівнянні;
- 3) проінтегрувавши обидві частини знайти загальний розв'язок відповідного однорідного рівняння;
- 4) записати вигляд загального розв'язку вихідного рівняння, здійснивши варіацію сталої у загальному розв'язку відповідного однорідного рівняння;
- 5) знайти y' ;
- 6) підставити знайдене значення y' у вихідне рівняння та спростити його, звівши подібні доданки та відокремивши змінні;
- 7) проінтегрувавши обидві частини отриманого рівняння, знайти $C(x)$;
- 8) підставити отримане значення $C(x)$ у вираз для y , знайшовши таким чином загальний розв'язок вихідного лінійного рівняння;
- 9) підставивши у знайдений загальний розв'язок значення x та y з початкової умови, розв'язати задачу Коші.

Результат: сформований метод Лагранжа розв'язування лінійних ЗДР першого порядку; сформоване вміння розв'язувати задачу Коші для ЗДР першого порядку.

Висновки. Системно-діяльнісний підхід до організації освітнього процесу є дієвим засобом для покращення якості засвоєння студентами навчального матеріалу та збільшення їхньої активної участі в ньому. Додатково, цей метод сприяє формуванню універсальних наукових компетенцій у сфері досліджень.

Необхідність та ефективність цього методу є беззаперечною і при організації викладання диференціальних рівнянь у закладах вищої освіти. Такий спосіб побудови навчання вимагає оновлення не лише від студента, а й від педагога. У цій публікації представлені та аргументовані теоретичні засади вивчення диференціальних рівнянь, що базуються на СДП, а також наведені ілюстрації окремих дидактичних інструментів. Наступним етапом у дослідженні цього питання може стати перевірка розглянутої теорії на практиці шляхом

проведення педагогічного експерименту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буковська, О. І., & Васильєва, Д. В. (2014). Гурток з математики у 7 класі. Математичне моделювання. Математика в рідній школі, 6, 39–47.
2. Бурда, М. І. (2014). Компетентнісна орієнтація змісту шкільних підручників з математики. Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць / ред. кол.; наук. ред. О. М. Топузов. Київ: Педагогічна думка, 14, 78–85.
3. Вайнтрауб, М. А. (2017). Реалізація системно-діяльнісного підходу у навчальних закладах вищої освіти на прикладі викладання дисциплін з охорони праці. Професійна освіта: методологія, теорія та технології, 6, 109–122.
4. Волошена, В. В. (2014). Формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання як складової математичної компетентності. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вінниця: ВДПУ, 37, 122–125.
5. Лов'янова, І. В. (2014). Професійно спрямоване навчання математики у профільній школі: теоретичний аспект. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А.
6. Петрівський, Я. Б., Тимчук, М. В., Петрівська, Л. О., & Гунько, Г. В. (2025). Викладання математичного аналізу на основі системно-діяльнісного підходу. *Педагогічна Академія: наукові записки*, 17, Article 901. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15339900>
7. Поліхун, Н. І., Постова, К. Г., Сліпучіна, І. А., Онопченко, Г. В., & Онопченко, О. В. (2019). Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.
8. Порядок організації інклюзивного навчання у загальноосвітніх навчальних закладах (постанова КМУ від 15.08.2011 № 872). <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/872-2011>
9. Тарасенкова, Н. А. (2015). Організація навчально-виховного процесу в багатопрофільній школі: монографія. Черкаси, 268.
10. Хмара, Т. М. (2014). Математична мова. Квантори існування та загальності. Математика в рідній школі, 11, 11–14.
11. Шиба, А. В. (2020). Реалізація системно-діяльнісного підходу в процесі професійної підготовки майбутнього вчителя іноземної мови. Молодий вчений, 7.1 (83.1), 146–149.
12. Artuso, A. R., & Graf, S. T. (2020). Science and Math Courses in a Danish Digital Learning Platform: What makes them more or less popular? *IARTEM E-Journal*, 12 (1). <https://doi.org/10.21344/iartem.v12i1.726>
13. Gayevska, O., & Soroko, N. (2022). The pedagogical strategies with immersive technologies for teaching and learning the Japanese language. *Information Technologies and Learning Tools*, 6, 99–110. <https://doi.org/10.33407/itlt.v9i2i6.5133>
14. Gomez-Zermeno, M., & Franco-Gutierrez, H. (2018). The use of educational platforms as teaching resource in mathematics. *Journal of Technology and Science Education JOTSE*, 8 (1), 63–71.
15. Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9, 584.
16. Liao, C. (2019). Creating a STEAM map: A content analysis of visual art practices in STEAM education. *STEAM Education: Theory and Practice*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_3
17. Loc, N.P. (2016). Dynamic software “GeoGebra” for solving a problem: a try-out of mathematics teachers. *J. Int. Acad. Res. Multidiscip*, 2 (9), 98–105.
18. Magid, L. (2014). Google Classroom offers an assignment center for students and

teachers Forbes. <https://acortar.link/gm3KvL>

19. Mohamed, M., Hidayat, R., & Suhaizi, N. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *Int. Electron. J. Math. Educ.*, 17, em0694.

20. Moreno-Guerrero, A.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, P., & Alonso-García, S. (2020). E-Learning in the Teaching of Mathematics: An Educational Experience in Adult High School. *Mathematics*, 8, 840. <https://doi.org/10.3390/math8050840>

21. Rudolfa, A., & Daniela, L. (2021). Learning Platforms in the Context of the Digitization of Education: A Strong Methodological Innovation. The Experience of Latvia. In: Scaradozzi D., Guasti L., Di Stasio M., Miotti B., Monteriù A., Blikstein P. Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 52. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_28

22. Tamborg, A. L. (2019). Organizational and Pedagogical Implications of Implementing Digital Learning Platforms in Danish Compulsory Schools. Aalborg: Aalborg Universitet, 2019. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/307980350/PHD_Andreas_Lindenskov_Tamborg_E_pdf.pdf

23. Vandebrouck, F., Chiappini, G., Jaworski, B., & Lagrange, J.-B. (2022). Activity theoretical approaches to mathematics classroom practices with the use of technology. *Int. J. Technol. Math. Educ.*, 19, 127–134.

SYSTEM-ACTIVITY APPROACH TO THE STUDY OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

Yaroslav Petrivskyi

Doctor of Technical Science, Professor of the Department of Information Technologies and Modeling,
Rivne State University of Humanities,
Rivne, Ukraine,
ORCID ID 0000-0001-9749-8244,
prorectorsgu@ukr.net

Mykhailo Tymchuk

Senior Lecturer of the Department of Mathematics and Teaching Methods,
Rivne State University of Humanities,
Rivne, Ukraine,
ORCID ID 0000-0003-1793-5999
mvtymchuk@ukr.net

Liudmyla Petrivska

mathematics teacher of the highest category, methodologist teacher,
Detachable Subdivision «Rivne Professional College of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine»,
Rivne, Ukraine,
ORCID ID 0009-0001-9426-0932
petrivskal@ukr.net

Yuliia Krysa

Master's student of the Department of Mathematics and Teaching Methods,
Rivne State University of Humanities,

Rivne, Ukraine,
ORCID ID 0009-0009-5589-0665
ykrusa23@gmail.com

Abstract. In the context of rapid technological advancement and the digital transformation of industries, a robust mathematical background is more crucial than ever for future professionals. Modern specializations, particularly in engineering, data science, and finance, rely heavily on the ability to model complex processes, analyze large datasets, and solve non-trivial problems using advanced analytical tools. Therefore, developing deep, functional, and competence-based mathematical skills is fundamental to producing graduates who can successfully innovate and meet the complex demands of the contemporary global economy.

This article focuses on the theoretical substantiation and practical application of the System-Activity Approach (SAA) in the educational process of higher education institutions, specifically for teaching Mathematical Analysis and Differential Equations. The SAA, which integrates systems methodology with activity theory, is viewed as the key methodological foundation for shaping the professional competencies of future specialists. It achieves this by ensuring students adopt an active, agentive position through the systematic organization of their cognitive activities.

The authors analyze the multi-level challenges students face when mastering differential equations – ranging from the conceptual understanding of equations as models of dynamic processes to operational solving skills and practical application modeling. The text highlights the crucial role of motivation, age-related characteristics, and the instructor's methodological competence (including the ability to create problem situations, organize research activities, and effectively use digital learning platforms) in enhancing educational effectiveness.

The article justifies the structure of the System-Activity Technology as a dynamic, integrative construct that necessitates a comprehensive modernization of mathematical content (emphasizing professional, practical, and interdisciplinary orientation). Instructional cards (didactic cards) are proposed as the primary didactic tool for the practical implementation of the SAA and for systematizing student actions. Furthermore, the importance of studying foreign experience and the need for a pedagogical experiment to validate the proposed theoretical principles in practice are underscored.

Keywords: activity theory; system analysis method; differential equations; teaching; technology.

REFERENCES

1. Bukovska, O. I., & Vasylieva, D. V. (2014). Hurtok z matematyky u 7 klasi. Matematychnе modeliuвання. Matematika v ridnii shkoli, 6, 39–47.
2. Burda, M. I. (2014). Kompetentnisna orіentatsiia zmistu shkilnykh pidruchnykiv z matematyky. Problemy suchasnoho pidruchnyka: zb. nauk. prats / red. kol.; nauk. red. O. M. Topuzov. Kyiv: Pedahohichna dumka, 14, 78–85.
3. Vaintraub, M. A. (2017). Realizatsiia systemno-dіialnisnoho pidkhodu u navchalnykh zakladakh vyshchoi osvity na prykladi vykladannia dytsyplin z okhorony pratsi. Profesiina osvita: metodolohiia, teoriia ta tekhnolohii, 6, 109–122.
4. Voloshena, V. V. (2014). Formuvannia v uchniv osnovnoi shkoly vmin matematychnoho modeliuвання yak skladovoi matematychnoi kompetentnosti. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. Vinnytsia: VDP, 37, 122–125.
5. Lov'ianova, I. V. (2014). Profesiino spriamovane navchannia matematyky u profilnii shkoli: teoretychnyi aspekt. Cherkasy: Vydavets Chabanenko Yu. A.
6. Petrivskyi, Ya. B., Tymchuk, M. V., Petrivska, L. O., & Hunko, H. V. (2025). Vykladannia matematychnoho analizu na osnovi systemno-dіialnisnoho pidkhodu. Pedahohichna Akademiia:

naukovi zapysky, 17, Article 901. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15339900>

7. Polikhun, N. I., Postova, K. H., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., & Onopchenko, O. V. (2019). Uprovazhennia STEM-osvity v umovakh intehtatsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv. Kyiv: Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy.

8. Poriadok orhanizatsii inkliuzyvnoho navchannia u zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh (postanova KМУ vid 15.08.2011 № 872). URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/872-2011>

9. Tarasenkova, N. A. (2015). Orhanizatsiia navchalno-vykhovnoho protsesu v bahatoprofilnii shkoli: monohrafiia. Cherkasy, 268.

10. Khmara, T. M. (2014). Matematychna mova. Kvantory isnuvannia ta zahalnosti. Matematyka v ridnii shkoli, 11, 11-14.

11. Shyba, A. V. (2020). Realizatsiia systemno-diialnisnoho pidkходу v protsesi profesiinoi pidhotovky maibutnoho vchytelia inozemnoi movy. Molodyi vchenyi, 7.1 (83.1), 146–149.

12. Artuso, A. R., & Graf, S. T. (2020). Science and Math Courses in a Danish Digital Learning Platform: What makes them more or less popular? IARTEM E-Journal, 12 (1). <https://doi.org/10.21344/iartem.v12i1.726>

13. Gayevska, O., & Soroko, N. (2022). The pedagogical strategies with immersive technologies for teaching and learning the Japanese language. Information Technologies and Learning Tools, 6, 99–110. <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5133>

14. Gomez-Zermeno, M., & Franco-Gutierrez, H. (2018). The use of educational platforms as teaching resource in mathematics. Journal of Technology and Science Education JOTSE, 8 (1), 63–71.

15. Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9, 584.

16. Liao, C. (2019). Creating a STEAM map: A content analysis of visual art practices in STEAM education. STEAM Education: Theory and Practice. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_3

17. Loc, N.P. (2016). Dynamic software “GeoGebra” for solving a problem: a try–out of mathematics teachers. J. Int. Acad. Res. Multidiscip, 2 (9), 98–105.

18. Magid, L. (2014). Google Classroom offers an assignment center for students and teachers Forbes. <https://acortar.link/gm3KvL>

19. Mohamed, M., Hidayat, R., & Suhaizi, N. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *Int. Electron. J. Math. Educ*, 17, em0694.

20. Moreno-Guerrero, A.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, P., & Alonso-García, S. (2020). E-Learning in the Teaching of Mathematics: An Educational Experience in Adult High School. *Mathematics*, 8, 840. <https://doi.org/10.3390/math8050840>

21. Rudolfa, A., & Daniela, L. (2021). Learning Platforms in the Context of the Digitization of Education: A Strong Methodological Innovation. The Experience of Latvia. In: Scaradozzi D., Guasti L., Di Stasio M., Miotti B., Monteriù A., Blikstein P. Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments. Lecture Notes in Networks and Systems, 52. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_28

22. Tamborg, A. L. (2019). Organizational and Pedagogical Implications of Implementing Digital Learning Platforms in Danish Compulsory Schools. Aalborg: Aalborg Universitet, 2019. https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/307980350/PHD_Andreas_Lindenskov_Tamborg_E_pdf.pdf

23. Vandebrout, F., Chiappini, G., Jaworski, B., & Lagrange, J.-B. (2022). Activity theoretical approaches to mathematics classroom practices with the use of technology. *Int. J. Technol. Math. Educ.*, 19, 127–134.

Матеріали надійшли до редакції
15.09.2025 р.