



ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА

УДК 378.6

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15339900>

**Викладання математичного аналізу на основі системно-діяльнісного
підходу**

Петрівський Ярослав Борисович

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики,
Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Степана Бандери, 12,
Рівне, 33028, Україна, prorectorsgu@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0001-9749-8244>

Тимчук Михайло Вікторович

старший викладач кафедри вищої математики, Рівненський державний
гуманітарний університет, вул. Степана Бандери, 12, Рівне, 33028, Україна,
mvtymchuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1793-5999>

Петрівська Людмила Олексіївна

викладач математики вищої категорії, викладач методист Відокремленого
структурного підрозділу «Рівненський фаховий коледж Національного
університету біоресурсів і природокористування України», вул. Коперника 44,
Рівне, 33001, Україна, petrivskal@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0001-9426-0932>

Гулько Галина Володимирівна

магістрантка, Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Степана
Бандери, 12, Рівне, 33028, Україна, ggunko1716@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0004-6183-6167>, <https://orcid.org/0009-0004-6183-6167>



Прийнято: 04.04.2025 | Опубліковано: 25.04.2025

***Анотація.** Одним із головних завдань, які стоять перед закладами вищої освіти, є підготовка висококваліфікованого фахівця, який, в подальшому, буде здатним якісно виконувати доручені завдання, матиме активну громадянську позицію, навчатиметься та розвиватиметься протягом усього життя. У сучасному світі практично неможливо уявити собі фахового інженера, IT-спеціаліста, науковця, який би не мав ґрунтовних знань із дисциплін природничо-математичного циклу. Крім того, математика чинить визначальний вплив на формування людини як особистості: прививає уважність, ретельність, відповідальність, точність у діях та інші важливі риси. Однією із фундаментальних математичних дисциплін є математичний аналіз, вивчення якого у здобувачів викликає значні труднощі. Дана робота має на меті запропонувати спосіб вивчення математичного аналізу на основі системно-діяльнісного підходу до організації навчального процесу. При написанні статті використовувались методи аналізу результатів відомих досліджень із теми, синтезу нових ідей на основі узагальнення власного досвіду викладання. У результаті роботи над темою запропоновано експериментальну модель вивчення математичного аналізу, програму дисципліни, план занять та методичне забезпечення курсу. Під час навчання згідно системно-діяльнісного підходу формуються методологічні та математичні знання та вміння. З одного боку – це знання про діяльність як можливу основу пізнання, про загальнонаукові методи та вміння використовувати ці методи на практиці. З іншого боку – власне знання змісту математичних дисциплін та вміння, що формуються в процесі експериментального навчання. Набутим таким чином умінням будуть притаманні науковість, системність, усвідомленість, надійність та глибина. Застосування системно-діяльнісного підходу при вивченні математичного аналізу сприяє підвищенню мотивації здобувачів до навчання, їх залученості до*



навчального процесу і, як наслідок, формуванню глибоких та сталих знань із дисципліни, вміння застосовувати метод системного аналізу на практиці.

Ключові слова: *теорія діяльності, метод системного аналізу, математичний аналіз, навчання, експериментальна модель.*

Teaching of Calculus Based on the System Activity Approach

Yaroslav Petrivskyi

Doctor of Technical Science, Professor, Head of the Department of Higher Mathematics, Rivne State University of Humanities, Stepan Bandera Street, 12, Rivne, 33028, Ukraine, prorectorsgu@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0001-9749-8244>

Mykhailo Tymchuk

Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Rivne State University of Humanities, Stepan Bandera Street, 12, Rivne, 33028, Ukraine, mvtymchuk@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0003-1793-5999>

Liudmyla Petrivska

mathematics teacher of the highest category, methodologist teacher of Detachable Subdivision «Rivne Professional College of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine», Kopernik Street, 44, Rivne, 33001, Ukraine, petrivskal@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0001-9426-0932>

Halyna Hunko

Master's student of the Department of the Department of Higher Mathematics, Rivne State University of Humanities, Stepan Bandera Street, 12, Rivne, 33028, Ukraine, ggunko1716@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-6183-6167>



Abstract. *One of the main tasks facing higher education institutions is the teaching of a highly qualified specialist who, in the future, will be able to qualitatively perform the tasks assigned to him, will have an active civic position, and will study and develop throughout his life. Nowadays it is hard to imagine a professional engineer, IT specialist, scientist who would not have thorough knowledge of the disciplines of the natural and mathematical cycle. In addition, mathematics is an integral and essential part of human culture. In general, the study of mathematics has a significant impact on the development of personality. Mathematics provides not only a certain range of ideas, but also improves thinking in general, contributes to the formation of a worldview, moral and spiritual education of the individual. One of the fundamental mathematical disciplines is mathematical analysis, the study of which causes significant difficulties for students. This article aims to propose a method of teaching mathematical analysis based on a system-activity approach to the organization of the educational process. When writing the article, methods of analysis of the results of known research on the topic, synthesis of new ideas based on the generalization of one's own teaching experience were used. As a result of the work on the topic, an experimental model of studying mathematical analysis, a discipline program, a lesson plan and methodological support of the course were proposed. In the process of experimental learning, two types of knowledge and skills are formed: methodological and mathematical. Methodological ones include knowledge about activity as a basis for obtaining new knowledge, knowledge about general scientific methods of cognition and the ability to use these methods when solving practical problems. And the actual mathematical knowledge and skills that are formed in the process of experimental learning will be characterized by scientificity, awareness, systematicity, generality, completeness and reliability. The use of a system-activity approach in the study of mathematical analysis helps to increase students' motivation to study, their involvement in the educational process and, as a result, the formation of deep and*



permanent knowledge of the discipline, the ability to apply the method of system analysis in practice.

Keywords: *activity theory, system analysis method, calculus, teaching, experimental model.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Важливим завданням вищої освіти є формування висококваліфікованого фахівця, здатного відповідати вимогам суспільства, що постійно змінюються. Сучасний професіонал має розвинені дослідницькі, організаційні, контролюючі здібності, а також навички ефективної комунікації та управління. Це передбачає не механічне об'єднання різних компетенцій, а становлення принципово нового типу професійної діяльності та способу її організації, що дає змогу успішно справлятися з різноманітними завданнями. Фундамент для такого розвитку закладається під час навчання у закладах вищої освіти, зокрема на курсах вищої математики.

Оволодіння загальнолюдською культурою відбувається через активну взаємодію з інформацією, що включає внутрішнє осмислення (інтеріоризацію) та зовнішнє вираження (екстеріоризацію) отриманих знань. Ця єдність процесів є основою ефективного навчального процесу. Підвищення успішності засвоєння здобувачами змісту математичних дисциплін є важливою задачею сьогодення для науковців та педагогів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теорія діяльності стає все більш поширеною в освітніх дослідженнях, оскільки вона пропонує людям спосіб зрозуміти свою діяльність і реагувати на неї, таким чином даючи їм можливість змінювати різні ситуації та умови [1, 2]. Крім того, теорія діяльності може дозволити досліднику досліджувати різноманітні ситуації та проблеми [3, 4, 5]. Теорія діяльності бере свій початок у класичній німецькій філософії Канта та Гегеля. Вона пов'язана з історичним розвитком людської діяльності. Суть



теорії діяльності полягає в діалектичних перетвореннях індивідів та їхніх спільнот внаслідок їхнього залучення до діяльності [6, 7]. За даними Ванденброка [6], сутністю теорії діяльності є діалектична зміна психології та поведінки індивідів під час діяльності.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Усвідомлення складності вивчення дисциплін вищої математики у закладах вищої освіти, як і сама теорія діяльності, не є чимось новим. Однак більшість сучасних досліджень розглядають організацію навчання на основі теорії діяльності, насамперед, у розрізі застосування сучасних гаджетів [8, 9, 10], можливостей штучного інтелекту [11, 12] і т. п. Поза увагою дослідників, як правило, залишаються механізми, які дозволять сформувати у здобувачів розуміння конкретного поняття (зокрема, математичного) чи окремої теми.

Формулювання цілей статті. Метою роботи над темою є розробити учбово-методичний комплекс дисципліни «Математичний аналіз» згідно системно-діяльнісного підходу до організації навчального процесу (навчальну програму, комплекс завдань для практичних занять, початкові картки). У даній статті розкривається сутність застосування системно-діяльнісного підходу при вивченні математичного аналізу, наводяться приклади окремих навчальних карток як ілюстрація основного засобу навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів. Сьогоднішні вимоги до висококваліфікованого спеціаліста включають не лише глибокі знання у власній галузі, але й розуміння суміжних дисциплін, міцну математичну підготовку та здатність застосовувати новітні наукові розробки у професійній діяльності. У зв'язку з цим, удосконалення математичної освіти є ключовим завданням, що передбачає оновлення змісту та методів викладання вищої математики на основі теорії діяльності та системного підходу.



Підготовка компетентного фахівця повинна враховувати, що його робота в технічній сфері охоплює весь життєвий цикл технічних об'єктів. Крім того, він має володіти повним набором знань та навичок як у своїй спеціальності, так і в пов'язаних областях. Фундаментальна математична підготовка є незамінною умовою для досягнення високого рівня професіоналізму. Важливо також, щоб навчання у виші сприяло розвитку аналітичного мислення, формуванню цілісного світобачення та високих етичних принципів.

Системний підхід є провідним методологічним інструментом науки, що розглядає будь-який об'єкт як складну систему. Системність є універсальною властивістю реальності. Цей підхід досліджує організацію систем різних рівнів, взаємодію їхніх компонентів та закономірності їх функціонування. Пізнання світу відбувається через ідентифікацію та аналіз систем, виявлення їхньої цілісності, складових елементів, зв'язків, структури та принципів її організації. Системний підхід є методологічною основою наукового дослідження, що визначає напрямки пізнання, але не надає готових наукових знань.

Системний аналіз включає такі етапи: визначення об'єкта як системи та його відокремлення від оточення, поділ на складові частини та встановлення зв'язків між ними, вивчення внутрішньої структури системи (ієрархії та системоутворюючих зв'язків), а також аналіз її функціонування та розвитку. Усі ці процедури ґрунтуються на ключових поняттях системного підходу, таких як система, середовище, цілісність, складність, підсистема, елементи, рівні, системоутворюючі зв'язки, структура та інші [13, 14].

Розглянемо, наприклад, важливе математичне поняття «функція» як систему. Для цієї системи метасистемою є «множина функцій». Підсистемами метасистеми виступають усі функції числового аргументу, функції, які мають однакову область визначення, функції однієї змінної, функції кількох змінних. Для функції однієї змінної, як нової системи, елементами є незалежна та залежна змінні величини, системоутворюючими зв'язками – вид залежності між



змінними. Виділяються також і свої підсистеми: за характером елементів – це функції дискретного та неперервного аргументу; за характером СУЗ – це елементарні функції. У якості перетворень у системі можна розглядати композицію, арифметичні операції та інші. До властивостей відносять парність, непарність, обмеженість, поведінку в околі деякої точки, неперервність, диференційованість та інші.

Для аналізу діяльності як основи навчання може бути застосовано метод системного аналізу, що дозволяє виокремити ієрархічні рівні: діяльність, дія та операція. Діяльність складається з окремих дій, кожна з яких, у свою чергу, включає операції, що є неподільними елементами. При описі діяльності та дій виділяються такі структурні компоненти, як мета, мотив, предмет, суб'єкт, засоби, склад та результат. Операції ж являють собою автоматизовані дії, що виконуються без усвідомлення мети та мотиву. Дія визначається як цілеспрямований процес, зумовлений мотивами тієї діяльності, в рамках якої вона здійснюється [14].

Основною одиницею аналізу є дія, яка, окрім структурних характеристик, має функціональні компоненти: орієнтувальний, виконавчий та контрольнo-корекційний. Орієнтувальний компонент передбачає використання суб'єктом об'єктивних умов, необхідних для успішного виконання дії. Виконавчий компонент забезпечує безпосереднє перетворення об'єкта дії. Контрольнo-корекційний компонент спрямований на порівняння отриманих результатів із заданими критеріями. Орієнтовна основа дії (або діяльності) – це система умов, на яку суб'єкт фактично спирається при виконанні дії.

До ключових принципів діяльнісного підходу в навчанні належать наступні.

1) Формування знань, умінь та розвиток мислення в процесі навчання відбувається через активну діяльність учня (студента), організовану педагогом. Отримання нових знань у ході спеціально організованої діяльності набуває для здобувача характеру дослідження об'єкта, і така діяльність розглядається як



програма дослідження. У процесі навчання в здобувача формуються різноманітні пізнавальні засоби, включаючи загальні методи пізнання (аналіз, синтез, моделювання тощо), конкретно-наукові методи (математичні, фізичні, соціологічні та ін.) та окремі прийоми. Дослідницька діяльність здобувача фактично відтворює теоретичну діяльність наукового дослідження.

2) Діяльнісний підхід полягає не лише в розгляді навчання як діяльності. Учіння є особливою діяльністю, в процесі якої через засвоєння відбувається формування нових психічних утворень (розвиток). Розвиток і засвоєння розглядаються як взаємопов'язаний процес.

3) Процес засвоєння являє собою інтеріоризацію (перехід у внутрішній план) діяльності спілкування та спільної діяльності із зовнішнього світу (наприклад, з педагогом) в індивідуальну внутрішню психічну діяльність учня. Цей процес включає ряд послідовних етапів, які повинні бути реалізовані в процесі навчання.

4) Орієнтовна основа дії (ООД) є фундаментом усіх навчальних досягнень, включаючи знання, вміння та навички. У процесі навчання повний зміст ООД спочатку представляється в матеріальній формі, наприклад, у навчальних картках. Розвиваючий ефект навчання визначається змістом формули ООД. В процесі засвоєння ООД трансформується у знання про предмет та способи діяльності з ним. Подальше виконання діяльності на основі цих знань проявляється як вміння. У навчальному процесі організується засвоєння ООД та її переведення в розумову форму. Діяльнісний підхід може розглядатися як загальна методологічна основа дидактики, що відкриває перспективи для її подальшого розвитку через організацію предметної дослідницької діяльності, яка формує універсальний механізм засвоєння культури в її різноманітних формах [15, 16].

Слід зазначити, що, у відповідності до теорії діяльності, розвиток здобувача визначається не набуттям через навчання широкого спектру знань і часткових



методів розв'язування окремих типів задач, а засвоєння ним загальнонаукових методів пізнання, оволодіння системою знань у певній галузі науки та вміння самостійно здійснювати процес пізнання. Таким чином, важливе місце серед цілей навчання належить формуванню діяльності здобувача у єдності її теоретичної та практичної форм, тобто як діяльності, що створює знання, і як діяльності з розв'язування конкретних задач.

Особлива роль при організації навчання згідно діяльнісного підходу відводиться дидактичним засобам: програмі навчання, системі навчальних завдань, навчальних карток з їх виконання, методичним посібникам. Значне місце у таких матеріалах займають задачі по формуванню діяльності системного аналізу, математичного моделювання, методу синтезу, діяльності побудови гіпотези та доведення. Оволодіння здобувачами діяльністю системного дослідження дозволяє їм у подальшому піднятися на новий рівень розвитку: навчитись інтегрувати наукові знання, накопичені різними науками, у цілісне багатовимірне уявлення про об'єкт і перетворювати його, створюючи нове. За допомогою математичного моделювання і методу синтезу, на основі прийомів висунення і обґрунтування гіпотез стає можливим розв'язування великого спектру професійних задач сучасного спеціаліста [16, 17].

Експериментальна модель курсу математики, як на шкільному, так і на університетському рівнях, методологічно є системою навчальних матеріалів, що включає навчальні посібники, програму курсу (окремих дисциплін), завдання та навчальні картки, які розглядаються як єдине ціле. Навчальна програма визначає зміст і структуру знань про предмет, а теоретичне осмислення предмету здійснюється за допомогою системного аналізу. Логіка побудови програми відображає послідовність пізнавальної діяльності учня або студента, тобто процесу системного дослідження математичних об'єктів.

На початковому етапі вивчення математичного аналізу, в рамках системно-діяльнісного підходу, перші заняття слід присвятити ознайомленню з



організацією навчального процесу за експериментальною моделлю. Це передбачає роз'яснення принципів експериментального навчання, загального підходу до вивчення математичних об'єктів на основі системного аналізу, а також практичне застосування експериментальної моделі на прикладі розв'язання сюжетних задач (наприклад, задач про рух або спільну діяльність).

Виконання практичних завдань організовується за допомогою навчальних карток. Навчальні картки є специфічним видом навчально-методичного забезпечення, що спрямовує діяльність учнів або студентів у процесі виконання навчальних завдань.

Навчальні картки фіксують нормативний спосіб виконання конкретного завдання, надаючи інформацію про предмет вивчення, структуру діяльності та план її організації. Вони є обов'язковим орієнтиром до моменту, коли діяльність виконується вільно, швидко, без помилок та супроводжується адекватним словесним обґрунтуванням. Фактично, навчальні картки представляють собою алгоритм дій учня або студента при розв'язуванні задач певного типу.

Навчальна картка 1.

Завдання: знайти невизначений інтеграл шляхом безпосереднього інтегрування.

Ціль: розв'язати задачу знаходження первісної.

Предмет: інтегрування у метасистемі 1 – функція однієї змінної.

Метод: метод безпосереднього інтегрування (зведення інтеграла до табличного).

Засоби: розділ 3, тема 1.

Склад діяльності:

- 1) застосувати властивість лінійності (за необхідності);
- 2) перетворити підінтегральну функцію, звівши її до табличної (за необхідності);
- 3) застосувати таблицю інтегралів до кожного із доданків;



4) записати відповідь.

Результат: сформований метод безпосереднього інтегрування.

Навчальна картка 2.

Завдання: знайти невизначений інтеграл методом заміни змінної.

Ціль: розв'язати задачу знаходження первісної.

Предмет: інтегрування у метасистемі 1.

Метод: метод заміни змінної (підстановки).

Засоби: розділ 3, тема 1.

Склад діяльності:

- 1) ввести нову змінну $u = \varphi(x)$;
- 2) знайти диференціал функції u за формулою $du = \varphi'(x)dx$;
- 3) виразити dx через du , використовуючи пункт 2);
- 4) виконати підстановку (заміну змінної) у підінтегральному виразі;
- 5) записати інтеграл через нову змінну $u = \varphi(x)$;
- 6) знайти інтеграл, користуючись таблицею інтегралів.

Результат: сформовано метод заміни змінної (підстановки).

Навчальна картка 3.

Завдання: застосувати відому (готову) математичну модель (формулу) до розв'язування прикладних задач з використанням інтегрування.

Ціль: формування діяльності застосування готових математичних моделей до розв'язування прикладних задач.

Предмет: прикладна задача.

Метод: використання готових математичних моделей у розрахунках.

Засоби: розділ 3, тема 3.

Склад діяльності:

- 1) виконати системний аналіз об'єкта-оригінала;
- 2) підібрати для виділеного типу структури об'єкта-оригінала адекватний математичний опис (готові формули);



3) виписати модель (формулу) для розв'язування задачі у загальному вигляді;

4) скласти підінтегральний вираз і знайти межі інтегрування на основі системного аналізу об'єкта-оригінала;

5) обчислити отриманий визначений інтеграл;

6) зафіксувати відповідь.

Результат: сформовано метод використання готових математичних моделей до розв'язування задач.

Висновки. Системно-діяльнісний підхід до організації навчання є ефективним методом підвищення якості засвоєння здобувачами навчального матеріалу, їх залученості до процесу. Крім того, він допомагає сформувати у них загальнонаукові навички проведення досліджень.

Не викликає сумнівів також дієвість даного методу і при організації вивчення математичного аналізу здобувачами ЗВО. Такий спосіб організації навчального процесу вимагає нових якостей не лише від здобувача, а й від викладача.

У даній статті запропоновано та обґрунтовано теоретичні основи вивчення математичного аналізу на основі системно-діяльнісного підходу, наведено приклади окремих дидактичних засобів. Наступним кроком на шляху вивчення досліджуваного питання може бути впровадження розглянутої теорії на практиці у якості педагогічного експерименту.

Список використаних джерел

1. S. Land, D.H. Jonassen, D. Jonassen, S. Land. (2021). Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments. Theoretical Foundations of Learning Environments, pp. 89-121.

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



3. F. Kent, A. Francis-Cracknell, R. McDonald. (2016). How do interprofessional student teams interact in a primary care clinic? A qualitative analysis using activity theory. *Adv. Health Sci. Educ.*, 21 (4), pp. 749-760.
4. A. Marwan, T. Sweeney. (2019). Using activity theory to analyse contradictions in English teachers' technology integration. *The Asia-Pacific Educ. Res.*, 28 (2), pp. 115-125.
5. K. Wade-Jaimes, J.D. Cohen, B. Calandra. (2019). Mapping the evolution of an after-school STEM club for African American girls using activity theory. *Cult. Stud. Sci. Educ.*, 14 (4), pp. 981-1010.
6. F. Vandebrouck, G. Chiappini, B. Jaworski, J.-B. Lagrange. (2022). Activity theoretical approaches to mathematics classroom practices with the use of technology. *Int. J. Technol. Math. Educ.*, 19, pp. 127-134.
7. M. Abboud-Blanchard, C. Cazes. (2012). How does an activity theory model help to know better about teaching with electronic-exercise-bases? *Int. J. Technol. Math. Educ.*, 19.
8. S. Batista, P. Behar, L. Passerino. (2013). Activity Theory and M-Learning in the Teaching of Calculus. In: Sampson, D., Isaias, P., Ifenthaler, D., Spector, J. (eds) *Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3329-3_6.
9. J. Waycott. (2005). PDAs as lifelong learning tools: an activity theory based analysis. In *Learning, Media and Technology*, Vol. 30, No. 2, pp. 107-130.
10. B. Patten. (2006). Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. In *Computers & Education*, Vol. 46, No. 3, pp. 294-308.
11. M. Mohamed, R. Hidayat, N. Suhaizi. Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *Int. Electron. J. Math. Educ.* 2022, 17, em0694.



12. G.-J. Hwang, Y.-F. Tu. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9, 584.
13. R. Seville. (1975). Systems analysis and its application to teacher education. *British Journal of Teacher Education*, 1 (2), 163–189. <https://doi.org/10.1080/0260747750010203>.
14. J. Mauch. (2024). A Systems Analysis Approach to Education. *The Phi Delta Kappan*, vol. 43, no. 4, pp. 158–62. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/20342708>.
15. Рибка Н.М. (2017). Сучасні теорії діяльності: проблеми типологізації. *Наукове пізнання: методологія та технологія. Філософія*. Вип. 1, с. 100-108.
16. Приймак, С. Г. (2021). Системний підхід і теорія діяльності у підготовці фахівців з галузі знань 01 Освіта/Педагогіка. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (199), 42-46. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-199-42-46>.
17. L. Nguyen, D. Trang. (2022). Activity theory as a framework for teaching mathematics: An experimental study. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10789>.