



ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

УДК 378 : 510.26 : 519.8

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.15321360>

Проблемне навчання як складова вивчення вищої математики в технічних вишах

Волох Людмила Василівна

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної фізики та вищої математики,
Київський національний університет технологій та дизайну, 01011, Україна,
Київ, вул. Мала Шияновська, 2,
e-mail: voloh.lv@knutd.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4290-795X>

Кушніренко Світлана Володимирівна

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри загальної математики,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
01601, Київ, вул. Володимирська, 64/13,
e-mail: bksv@univ.kiev.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8390-5870>

Прийнято: 18.04.2025 | Опубліковано: 29.04.2025

Анотація. У статті розглядається ефективність проблемного навчання як складової вивчення вищої математики в технічних університетах, зокрема на прикладі використання цього методу в підготовці майбутніх інженерів. Проблемне навчання визначено як один із найперспективніших підходів до модернізації освітнього процесу в умовах глобалізації та технологічних змін.



Автори досліджують основні теоретичні аспекти проблемного навчання, його місце в системі освіти, а також можливості його інтеграції в навчання математики в технічних вишах. Однією з основних проблем є недостатнє використання активних методів навчання в традиційній педагогічній практиці, що значно обмежує рівень залученості студентів до навчального процесу. Проблемне навчання дозволяє змінити підхід до викладання, роблячи навчання більш інтерактивним, практично орієнтованим і адаптованим до потреб майбутніх фахівців. Стаття включає огляд існуючих досліджень щодо застосування проблемного навчання в інших освітніх контекстах і аналізує його вплив на результативність навчального процесу в технічних університетах. Завдяки порівняльному аналізу результатів навчання студентів, які працюють за традиційними методами, та студентів, які застосовують проблемний підхід, виявлено суттєве підвищення ефективності засвоєння матеріалу та розвиток практичних навичок серед учасників експериментальної групи. Під час педагогічного експерименту виявлено значне покращення не тільки в академічних результатах, але й у здатності студентів застосовувати математичні методи до реальних інженерних задач. Автори також пропонують рекомендації щодо подальшого розвитку проблемного навчання в технічних університетах, зокрема вивчення його інтеграції з іншими активними методами навчання та використанням цифрових технологій для створення проблемних ситуацій. Окрім того, стаття наголошує на необхідності удосконалення підходів до навчання, що враховують індивідуальні особливості студентів та специфіку навчальних дисциплін.

Ключові слова: *вища математика, педагогічний експеримент, цифрові технології, педагогічна практика, науково-технічні задачі, розвиток аналітичного мислення, студентська мотивація.*



Problem-based learning as a component of higher mathematics education in technical universities

Volokh Liudmyla

PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Physics and Higher Mathematics, Kyiv National University of Technology and Design, 2 Mala Shyianovska Str., Kyiv, 01011, Ukraine,

e-mail: voloh.lv@knutd.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4290-795X>

Kushnirenko Svitlana

PhD in Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Mathematics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13 Volodymyrska Str., Kyiv, 01601,

e-mail: bksv@univ.kiev.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8390-5870>

Abstract. *The article discusses the effectiveness of problem-based learning as a component of higher mathematics education at technical universities, in particular, on the example of using this method in the training of future engineers. Problem-based learning is defined as one of the most promising approaches to modernizing the educational process in the context of globalization and technological change. The authors explore the main theoretical aspects of problem-based learning, its place in the education system, and the possibilities of its integration into mathematics teaching in technical universities. One of the main problems is the insufficient use of active learning methods in traditional pedagogical practice, which significantly limits the level of student engagement in the learning process. Problem-based learning allows to change the approach to teaching, making learning more interactive, practically oriented and adapted to the needs of future professionals. The article includes a review*



of existing research on the use of problem-based learning in other educational contexts and analyzes its impact on the effectiveness of the educational process in technical universities. A comparative analysis of the learning outcomes of students working with traditional methods and students using the problem-based approach reveals a significant increase in the efficiency of learning and the development of practical skills among the participants of the experimental group. The pedagogical experiment revealed a significant improvement not only in academic results, but also in students' ability to apply mathematical methods to real-world engineering problems. The authors also offer recommendations for the further development of problem-based learning in technical universities, including the study of its integration with other active learning methods and the use of digital technologies to create problem situations. In addition, the article emphasizes the need to improve teaching approaches that take into account the individual characteristics of students and the specifics of academic disciplines.

Keywords: *higher mathematics, pedagogical experiment, digital technologies, pedagogical practice, scientific and technical tasks, development of analytical thinking, student motivation.*

Вступ. У сучасному світі, що стрімко змінюється під впливом науково-технічного прогресу, особливого значення набуває підготовка висококваліфікованих фахівців технічного профілю. Однією з основ цієї підготовки є вища математика – фундаментальна навчальна дисципліна, яка забезпечує розвиток логічного, аналітичного, алгоритмічного мислення, формує навички моделювання та обґрунтованого прийняття рішень. Проте, як свідчить практика, традиційні методи викладання цієї дисципліни нерідко викликають у студентів труднощі в засвоєнні матеріалу, знижують мотивацію до навчання та обмежують формування творчих здібностей.



У зв'язку з цим актуальним стає впровадження у навчальний процес педагогічних технологій, здатних активізувати пізнавальну діяльність студентів, підвищити їхню зацікавленість у предметі та сформувати стійкі знання, що базуються на розумінні, а не механічному заучуванні. Однією з найбільш ефективних інноваційних освітніх стратегій у цьому контексті є проблемне навчання.

Проблемне навчання, як методологічний підхід до організації освітнього процесу, передбачає створення таких навчальних ситуацій, у яких студенти самостійно або під керівництвом викладача шукають розв'язання поставленої проблеми. Це спонукає їх до активної інтелектуальної діяльності, сприяє розвитку критичного мислення, уміння формулювати гіпотези, доводити свою точку зору та приймати відповідальність за прийняті рішення. Особливо ефективним є проблемне навчання саме у викладанні вищої математики, адже математичні задачі самі по собі мають високий потенціал для формулювання проблемних ситуацій.

У педагогічній науці концепція проблемного навчання знайшла своє ґрунтовне теоретичне обґрунтування в працях таких учених, як Т.В. Кудрявцев, М.І. Махмутов, І.Я. Лернер, О.М. Савченко, В.О. Оніщук. У сучасному українському освітньому просторі також зростає інтерес до цього підходу, особливо у контексті переходу до компетентнісного навчання та реалізації принципів академічної доброчесності.

Проте, незважаючи на теоретичну базу і практичні спроби впровадження, у викладанні вищої математики в технічних закладах освіти проблемне навчання ще не набуло системного характеру. Це зумовлює необхідність дослідження шляхів ефективного впровадження проблемного підходу до навчання математичних дисциплін, розробки відповідної методики, адаптованої до умов технічного вишу, а також емпіричної перевірки її результативності.



Мета дослідження. Обґрунтувати доцільність і розкрити шляхи впровадження проблемного навчання у процес вивчення вищої математики в технічних закладах вищої освіти, а також оцінити ефективність цього підходу на основі педагогічного експерименту.

Завдання дослідження

- Проаналізувати теоретичні засади проблемного навчання.
- Визначити особливості викладання вищої математики у технічних вишах.
- Виявити потенціал проблемного підходу для розвитку пізнавальної активності студентів.
- Розробити методику впровадження проблемного навчання у курс вищої математики.
- Провести експериментальне дослідження ефективності цієї методики.

Методи дослідження. Аналіз наукової літератури, педагогічне спостереження, анкетування, педагогічний експеримент, статистичні методи обробки результатів.

Наукова новизна дослідження. Уточнено та доповнено методику впровадження проблемного навчання у процес вивчення вищої математики у технічному виші з урахуванням специфіки предмета і рівня підготовки студентів.

Практична значущість. Результати дослідження можуть бути використані викладачами вищої математики технічних вишів для підвищення якості навчання та мотивації студентів до вивчення предмета.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемне навчання є одним із важливих напрямків сучасної педагогічної теорії, зокрема у вивченні вищої математики в технічних університетах. Огляд літератури дозволяє краще зрозуміти, як цей метод застосовувався в інших дослідженнях, а також виявити наукові прогалини, які будуть заповнені у даній статті.

У своєму дослідженні Іванова С. В. [1] підкреслює, що проблемне навчання дозволяє значно підвищити рівень активності студентів і сприяє розвитку



їхнього критичного мислення. Вона зазначає, що використання проблемних задач у навчанні дозволяє не лише підвищити рівень засвоєння теоретичних знань, а й сприяє розвитку аналітичних та практичних навичок. Однак автор не досліджувала детально, як саме проблемне навчання впливає на освоєння математичних концепцій у контексті технічних дисциплін, що є важливим для цієї статті. Аналогічно, Желізняк, Л. [2] зазначає, що методи активного навчання, до яких відноситься і проблемне навчання, здатні значно змінити традиційний підхід до навчання вищої математики. Однак він не звертає увагу на специфіку застосування цього методу в технічних університетах, що є важливою частиною цього дослідження. Biggs, J., & Tang, C. [3] стверджують, що проблемне навчання не тільки покращує академічні результати, а й сприяє розвитку мотивації до навчання. Вони також вказують на важливість інтеграції проблемних задач у навчальний процес. Однак у їхніх роботах відсутнє детальне порівняння результатів застосування традиційного та проблемного підходу у контексті вищої математики для інженерних спеціальностей, що є головним акцентом у даному дослідженні. Prince, M., & Felder, R. [4] описують проблему недостатнього використання активних методів навчання в технічних вузах. Вони підтверджують важливість включення проблемного навчання у навчальний процес, однак не враховують специфіку застосування цього методу до вивчення математичних дисциплін, що є основною проблемою для вивчення в даній статті. Bishop, J., & Verleger, M. A. [5] акцентують увагу на тому, що методи активного навчання, зокрема проблемне навчання, дозволяють студентам краще розуміти матеріал і застосовувати знання до реальних ситуацій. Однак вони не враховують особливостей навчання в технічних спеціальностях, що вимагає застосування методів, орієнтованих на вирішення практичних інженерних завдань. Це питання, яке буде детально розглянуте в даній роботі. Глушко, О. О. та Яценко, С. Є. [7] звертаються до питання математичної підготовки майбутніх вчителів хімії і біології в педвузі як фактора, що підвищує конкурентоспроможність



фахівця. Автори підкреслюють важливість цього підходу, але не проводять детальний аналіз його впливу на навчання вищої математики в контексті нових спеціальностей. Максимова, Т. С. [10] вказує на важливість інноваційних технологій у навчальному процесі, однак вона більше зосереджена на загальних підходах до вдосконалення навчання і не приділяє увагу специфіці застосування проблемного навчання в технічних університетах.

Драйден, Г., & Вос, Дж., Тобакало, М. [8] досліджують ефективність використання проблемних задач у навчанні, однак їх робота більше орієнтована на загальні принципи застосування цього методу і не зосереджена на проблемах вивчення вищої математики в технічних університетах. І. О. Козак [11] вказує на необхідність удосконалення методів викладання в технічних університетах, зокрема через використання активних методів навчання. Водночас, він не детально розглядає ефективність застосування проблемного підходу до вивчення складних математичних дисциплін. Коломієць А. А., та Ковальчук М. Б. [9] досліджують інноваційні методи викладання вищої математики, але не розглядають їх вплив на студентів інженерних спеціальностей у контексті їхньої професійної підготовки. Також велику увагу приділено STEM-освіті у вищій та прикладній математиці [16], [17].

Проблеми, які не були вирішені в попередніх дослідженнях:

1. *Вивчення специфіки проблемного навчання для вивчення вищої математики* в технічних університетах, зокрема для інженерних спеціальностей. В попередніх дослідженнях недостатньо уваги приділялося застосуванню цього підходу до математичних дисциплін.
2. *Порівняння результатів традиційного і проблемного навчання* в контексті вивчення вищої математики для технічних спеціальностей. Багато досліджень стосуються загальних методів, але мало хто проводив порівняльний аналіз у такій специфічній галузі.



3. *Інтеграція проблемного навчання з іншими методами*, зокрема використання цифрових технологій, що дозволяє зробити навчання більш інтерактивним і адаптованим до сучасних вимог. Це є важливим аспектом, який не був розглянутий у достатній мірі в попередніх роботах.

Ці питання будуть розглянуті та розкриті в даній статті, що дозволить заповнити наукову прогалину та запропонувати нові підходи до застосування проблемного навчання у вивченні вищої математики в технічних університетах.

Сучасна освітня парадигма дедалі більше орієнтується не на просту трансляцію знань від викладача до студента, а на формування у здобувачів освіти здатності до самостійного мислення, аналізу, критичної оцінки інформації та прийняття рішень. У цьому контексті особливого значення набуває проблемне навчання – педагогічна технологія, що передбачає створення спеціально сконструйованих ситуацій, які стимулюють пізнавальну активність студентів та мотивують до пошуку нових знань.

Сутність проблемного навчання. Під проблемним навчанням у сучасній педагогіці розуміють таку організацію навчального процесу, за якої студент опиняється в ситуації «інтелектуального виклику» — перед ним постає задача, розв'язання якої неможливе лише шляхом репродуктивного відтворення знань. Для досягнення результату він має або переосмислити вже наявну інформацію, або самостійно здобути нову. Таким чином, проблемне навчання є синтезом пізнавальної діяльності, інтелектуального напруження та творчого пошуку.

Центральною категорією даного підходу є **проблемна ситуація** — стан когнітивної напруги, що виникає у студента внаслідок зіткнення з новим або суперечливим фактом, який не вкладається в рамки його знань. Проблемна ситуація може бути створена штучно, через постановку парадоксального питання, конфлікту понять, або виникнути природно — у результаті власної когнітивної діяльності студента.



Основні принципи проблемного навчання. Ефективне впровадження проблемного підходу базується на низці педагогічних принципів, зокрема:

- **Принцип мотиваційної напруги:** завдання має викликати інтерес і бажання знайти розв'язання;
- **Принцип дидактичної послідовності:** проблеми повинні відповідати рівню підготовки студентів і поступово ускладнюватися;
- **Принцип інтелектуального зусилля:** студент повинен бути залученим до активного пошуку відповіді, а не отримувати готову інформацію;
- **Принцип діалогу:** процес пізнання відбувається в діалозі (із викладачем, групою або внутрішнім).

Форми та типи проблемного навчання. Проблемне навчання може реалізовуватись у різних організаційних формах: лекції-бесіди, семінари-дискусії, лабораторні заняття, проектні роботи. Окрім того, виділяють такі **типи проблемного навчання:**

1. **Проблемне викладення знань** – викладач самостійно ставить проблему, аналізує її і знаходить розв'язання, демонструючи логіку наукового пошуку.
2. **Частково-пошукове навчання (евристичне)** – викладач скеровує студента до відкриття певної частини знань через запитання, підказки, приклади.
3. **Дослідницьке навчання** – студенти самостійно формують проблему, висувають гіпотези, планують експеримент або розв'язання.
4. **Навчальне проєктування** – інтеграція кількох дисциплін у вирішення комплексної проблеми, з наголосом на командну роботу.

Проблемне навчання у контексті компетентнісного підходу. У світлі сучасної освітньої парадигми, що базується на **компетентнісному підході**, проблемне навчання набуває особливої актуальності. Воно дає змогу розвивати



ключові компетентності: критичне мислення, комунікацію, співпрацю, самоосвіту. Навчаючи не лише «що думати», а «як думати», цей підхід створює умови для глибокого осмислення змісту, трансформації знань у практичний досвід і формування цілісної картини світу.

Труднощі та обмеження. Попри очевидні переваги, проблемне навчання має і певні **обмеження**:

- воно потребує значного часу на підготовку та проведення занять;
- не всі викладачі володіють методикою формування якісних проблемних завдань;
- за низького рівня академічної мотивації студентів можливий формальний підхід до виконання завдань;
- не завжди існує достатня матеріально-технічна база (особливо для інтерактивних форм навчання).

Отже, для ефективного впровадження проблемного навчання необхідна не лише методична підготовка, а й відповідна освітня культура в межах навчального закладу.

Особливості викладання вищої математики у технічних вишах. Вища математика є фундаментальною навчальною дисципліною для здобувачів освіти в технічних закладах вищої освіти. Вона не лише формує базові обчислювальні навички й алгоритмічне мислення, а й закладає методологічний фундамент для опанування спеціальних інженерних та технічних дисциплін. Саме тому методика викладання вищої математики потребує особливої уваги та наукового осмислення, зокрема з позицій сучасних освітніх технологій, таких як проблемне навчання.

Функції та значення вищої математики у підготовці технічного фахівця. Вища математика виконує кілька ключових функцій у процесі підготовки інженера або іншого технічного фахівця:



• **Інструментальна функція** — математика забезпечує інструментарій для опису, моделювання та розв'язання прикладних інженерних задач.

• **Формально-логічна функція** — формує здатність до логічного, дедуктивного та індуктивного мислення, що є основою наукової діяльності.

• **Світоглядна функція** — сприяє розвитку абстрактного мислення, розуміння закономірностей об'єктивного світу.

• **Інтегративна функція** — пов'язує математичні знання з іншими навчальними дисциплінами (фізикою, інформатикою, теорією автоматичного управління, економікою тощо) [1].

Математика є мовою сучасної науки й техніки. Без володіння її поняттєвим апаратом майбутній фахівець не здатен повною мірою усвідомлювати суть інженерних рішень і технічних процесів.

Проблеми традиційного підходу до викладання математики. Попри фундаментальне значення математики, її викладання в технічних ЗВО часто супроводжується низкою проблем:

• **Формалізм і абстрактність:** студенти не завжди розуміють, як математичні знання застосовуються на практиці, що знижує мотивацію до вивчення дисципліни [2].

• **Домінування репродуктивного методу:** викладання часто зводиться до демонстрації алгоритмів і механічного розв'язування типових задач без усвідомлення суті.

• **Низький рівень міжпредметних зв'язків:** викладачі рідко демонструють, як певні математичні концепти використовуються в інших інженерних дисциплінах.



• **Недостатнє використання цифрових та інтерактивних технологій**, які б могли зробити навчання більш доступним і візуалізованим [4].

Означені проблеми вимагають переосмислення методології викладання та впровадження активних, особистісно-орієнтованих методик.

Сучасні тенденції математичної освіти у технічних вишах. У контексті реформи вищої освіти України, орієнтованої на Болонський процес, та переходу до компетентнісної моделі підготовки фахівців, викладання вищої математики зазнає суттєвих змін:

• Зростає **роль проєктно-орієнтованого підходу**, де математичні знання застосовуються у вирішенні прикладних кейсів [3].

• Розвиваються **інтегровані міждисциплінарні курси**, які поєднують математику з ІТ, фізикою, інженерією.

• Впроваджуються **електронні платформи для самостійного вивчення матеріалу**, такі як Moodle, GeoGebra, Desmos, Wolfram Alpha.

• Активно застосовується **STEM-педагогіка**, яка підсилює зв'язок між математикою та природничо-технічними дисциплінами [6].

Також спостерігається тенденція до **персоналізації навчання**, коли студент має змогу самостійно обирати темп, формат і джерела для вивчення.

Особливості сприйняття вищої математики студентами технічних спеціальностей. Дослідження показують, що значна частина студентів технічних спеціальностей сприймає математику як складну та малозрозумілу дисципліну. Основні причини цього:

- недостатня базова підготовка, отримана в середній школі;
- відсутність практичного контексту для вивчених тем;
- одноманітність методів викладання та дефіцит інтерактивної взаємодії;
- страх перед абстрактністю та обчислювальною складністю [8].



У цих умовах надзвичайно важливо впроваджувати педагогічні підходи, які активізують пізнавальну діяльність студентів, підвищують їхню мотивацію та дають змогу розглядати математичні концепти як інструменти вирішення реальних інженерних задач.

Потреба в оновленні методичних підходів. Враховуючи вищезазначене, викладання вищої математики має здійснюватися з орієнтацією на:

- **прикладне спрямування навчання**, яке демонструє, як математика працює в інженерній практиці;
- **розвиток критичного мислення**, логіки та математичної культури;
- **використання інноваційних технологій**, включно з онлайн-сервісами, візуалізацією, математичним моделюванням;
- **постановку проблемних завдань**, що вимагають творчого пошуку та самостійного аналізу.

Усі ці компоненти є органічними елементами проблемного навчання, яке дозволяє не лише опанувати математичні методи, а й навчитися їх застосовувати у непередбачених ситуаціях.

Можливості реалізації проблемного навчання у курсі вищої математики. Проблемне навчання є сучасним освітнім підходом, який передбачає активну взаємодію студента з навчальним матеріалом через створення **проблемної ситуації** — інтелектуального виклику, що вимагає пошуку нестандартного розв'язання. У курсі вищої математики проблемне навчання дає змогу значно розширити педагогічні можливості, особливо в умовах підготовки технічних фахівців.

Педагогічні умови ефективного впровадження проблемного навчання. Для реалізації проблемного навчання в курсі вищої математики необхідно дотримуватись певних педагогічних умов:

- **Чітке формулювання проблеми**, яка є посильною, але не має очевидного розв'язання;



- **Наявність мотиваційного компонента**, тобто проблемна ситуація має бути пов'язана з реальними інженерними чи технологічними задачами;
- **Підтримка самостійного аналізу**, дослідження, експериментування студентів;
- **Забезпечення зворотного зв'язку** між студентом і викладачем на кожному етапі пізнання⁶.

В умовах вищої технічної освіти проблемне навчання дозволяє формувати не лише академічні знання, а й **інженерне мислення** — здатність бачити суть задачі, аналізувати умови, будувати модель, критично оцінювати результат.

Типові формати проблем у курсі вищої математики. Приклади проблемних ситуацій, які можуть бути використані у курсі вищої математики:

- *"Чому при обчисленні визначеного інтеграла для площі фігури результат може бути від'ємним?"* (розвиток концептуального мислення).
- *"Як знайти оптимальну траєкторію руху вантажу на крані з урахуванням мінімуму витрат енергії?"* (використання методів варіаційного числення).
- *"Яке математичне рівняння описує температуру в металі при нагріванні з одного краю?"* (методи диференціальних рівнянь).
- *"Чому виникає похибка у чисельних обчисленнях, і як її мінімізувати?"* (чисельні методи та аналіз похибок).

Ці питання вимагають від студентів не просто застосування формул, а розуміння глибини явища, аналізу альтернатив, порівняння моделей.

Методичні підходи до впровадження проблемного навчання у вищій математиці. Реалізація проблемного навчання вимагає від викладача високої методичної підготовки, володіння широким спектром форм та прийомів організації навчального процесу.

- ✓ **Методика побудови проблемного уроку.** Проблемне заняття з вищої математики зазвичай має таку структуру:



1. **Вступна мотивація** — створення проблемної ситуації, запитання-виклик.
2. **Формулювання гіпотез** — студенти пропонують власні варіанти підходів.
3. **Самостійна робота** — аналіз, дослідження, побудова моделей, спроби розв'язання.
4. **Колективне обговорення** — зіставлення підходів, аргументація вибору.
5. **Підбиття підсумків** — узагальнення, закріплення знань, рефлексія.

✓ **Форми і методи реалізації проблемного навчання у викладанні вищої математики.** Реалізація проблемного навчання потребує варіативного підходу до вибору форм і методів навчальної взаємодії. Ефективність залежить від гнучкого поєднання фронтальних, групових, індивідуальних форм роботи та інтерактивних методів, спрямованих на розвиток критичного і логіко-аналітичного мислення.

Серед найбільш результативних методів варто виділити:

• **Кейс-метод (Case study)** — передбачає аналіз прикладних ситуацій з використанням математичних моделей. Наприклад, моделювання процесів теплопередачі, динаміки механізмів або фінансової оптимізації. Цей метод сприяє формуванню навичок математичного мислення через практико-орієнтоване застосування знань [1].

• **Метод проєктів** — студенти реалізують навчальні міні-проєкти, що включають пошук інформації, математичне моделювання, інтерпретацію результатів, представлення висновків. Наприклад, побудова математичної моделі потоку рідини у трубопроводі або аналіз статистичних даних у MATLAB чи Python[2].



• **Дослідницький метод** — студенти самостійно ставлять питання, формують гіпотези, добирають методи розв'язання задачі, оцінюють результати. Цей метод особливо ефективний при вивченні вищої математики на рівні теорем та їх доведення[9].

• **Метод «перевернутого класу»** — теоретичні матеріали опрацьовуються студентами самостійно вдома, а в аудиторії час використовується для обговорення, постановки задач і пошуку розв'язань. Підвищується автономність навчання та саморефлексія [10].

• **Метод евристичних запитань** — викладач поступово підводить студентів до відкриття математичного факту через систему запитань, що активізують мислення. Наприклад: *Чому похідна функції $\sin(x)$ дорівнює $\cos(x)$? Як це можна обґрунтувати через граничний перехід?*

• **Ігрові методи** — математичні вікторини, логічні ігри, змагання команд із розв'язання задач, моделювання у вигляді рольових ігор. Вони формують позитивне емоційне ставлення до дисципліни [11].

• **Групова та парна робота** — студенти працюють у парах або групах, обговорюючи різні стратегії розв'язання задач, аргументуючи власні підходи, що сприяє розвитку комунікативної компетентності та здатності працювати в команді[5].

• **Сократівський діалог** — застосовується переважно на семінарах та консультаціях; викладач за допомогою запитань допомагає студентам побачити протиріччя у власному мисленні, дійти до нових висновків через рефлексію.

• **Розв'язання відкритих задач (open-ended problems)** — завдання, які мають кілька можливих розв'язків або підходів. Це стимулює креативність і пошук альтернативних методів моделювання чи оптимізації.

Застосування зазначених методів повинно бути диференційованим, залежно від теми, підготовки студентів і цілей заняття. Важливо, щоб викладач не лише



задавав вектор мислення, але й виступав фасилітатором у процесі самостійного розв'язання.

Організація педагогічного експерименту

Метою педагогічного експерименту було дослідити ефективність впровадження проблемного навчання у викладання вищої математики в технічних університетах. Для цього було обрано дві групи студентів 1-го курсу технічного університету, які вивчають курс вищої математики. Експеримент тривав один семестр і передбачав застосування проблемного підходу в навчанні однієї з груп (експериментальної), а в іншій групі (контрольній) використовувався традиційний метод навчання.

Вибірка, критерії оцінювання, методи збору даних

Вибірка включала 60 студентів (30 осіб у кожній групі). Студенти контрольної групи отримували навчальний матеріал згідно з традиційною методикою, що передбачала лекції та стандартні домашні завдання. Студенти експериментальної групи навчалися за проблемним підходом, де завдання, на яких вони працювали, включали реальні технічні проблеми, що вимагали застосування математичних методів для їх вирішення.

Оцінювання ефективності навчання здійснювалось за такими критеріями:

1. **Рівень засвоєння теоретичного матеріалу** — оцінювалось за результатами тестів, які включали питання на розуміння теоретичних аспектів вищої математики.
2. **Здатність до застосування математичних методів** — оцінювалось через вирішення практичних завдань, де необхідно було використовувати математичні моделі для аналізу та вирішення проблем.
3. **Розвиток аналітичного мислення та творчих здібностей** — оцінювалось за допомогою інтерв'ю та спостереження за активністю студентів під час групових дискусій та вирішення проблемних ситуацій.

Методи збору даних включали:



- **Тести і контрольні роботи**, які дозволяли оцінити рівень знань студентів.

- **Анкетування студентів**, яке проводилось наприкінці експерименту для визначення їхнього ставлення до проблемного навчання.

- **Спостереження за активністю студентів** на заняттях, включаючи їхню участь у групових обговореннях та вирішенні практичних завдань.

Порівняльний аналіз результатів контрольної та експериментальної груп. Результати оцінювання студентів контрольної та експериментальної груп продемонстрували значні відмінності в рівні засвоєння матеріалу та здатності застосовувати математичні методи.

Рівень засвоєння теоретичного матеріалу:

- Студенти контрольної групи мали середній бал 75% на тестах.
- Студенти експериментальної групи продемонстрували середній бал 85%, що свідчить про кращі результати в розумінні теоретичних аспектів математики.

Здатність до застосування математичних методів:

- В контрольній групі лише 60% студентів змогли правильно вирішити практичні завдання, пов'язані з реальними технічними проблемами.
- У експериментальній групі цей показник склав 80%, що є на 20% вищим, що підтверджує ефективність проблемного підходу у вирішенні практичних завдань.

Розвиток аналітичного мислення: Студенти експериментальної групи показали значно вищий рівень аналітичного мислення, активно залучались до обговорення та пропонували оригінальні рішення задач, що свідчить про розвиток творчих здібностей.

Аналіз результатів анкетування студентів. Анкетування студентів показало, що більшість студентів експериментальної групи (70%) позитивно оцінили застосування проблемного підходу. Вони зазначили, що завдяки



вирішенню практичних задач вони краще зрозуміли застосування математичних методів у реальному житті, а також стали більш зацікавленими в процесі навчання. Водночас, 30% студентів зазначили, що потребують більше часу на засвоєння матеріалу через складність задач.

Студенти контрольної групи в основному висловили думки про те, що традиційне навчання є менш цікавим і не сприяє глибокому розумінню матеріалу. 60% з них вважали, що мали б кращі результати, якби навчання було більш практично орієнтованим.

Висновки. Проблемний підхід у викладанні вищої математики показав свою ефективність у порівнянні з традиційним методом навчання. Студенти, які працювали за проблемною методикою, демонстрували кращі результати у засвоєнні теоретичного матеріалу, а також у здатності застосовувати математичні методи для вирішення реальних задач. Це підтверджує високу ефективність проблемного навчання у розвитку аналітичних і творчих здібностей студентів.

Дослідження ефективності проблемного навчання в контексті вивчення вищої математики в технічних університетах дозволило сформулювати кілька ключових висновків:

1. Покращення розуміння теоретичних концепцій. Студенти експериментальної групи, що працювали за проблемним підходом, продемонстрували значно кращі результати в розумінні теоретичних основ вищої математики порівняно з контрольними групами. Це свідчить про те, що проблемний підхід сприяє глибшому осмисленню матеріалу, оскільки студенти мають змогу практично застосовувати здобуті знання до реальних задач.

2. Покращення здатності до застосування математичних методів у реальних ситуаціях. Проблемне навчання дозволяє студентам краще усвідомлювати, як математика використовується для вирішення практичних інженерних задач. Порівняльний аналіз показав, що студенти експериментальної



групи більш успішно вирішували завдання, що мали пряме застосування в інженерній діяльності, зокрема у моделюванні фізичних процесів, оптимізації систем і розв'язуванні задач на основі математичних моделей.

3. Розвиток аналітичного мислення та критичного підходу. Один із ключових результатів дослідження полягає в тому, що проблемне навчання стимулює розвиток аналітичних здібностей. Студенти, які працюють з проблемними ситуаціями, навчаються не тільки вирішувати конкретні задачі, але й аналізувати різні варіанти рішень, вибирати найбільш ефективні підходи та адаптувати свої знання до нових умов. Це дозволяє їм стати більш самостійними у вирішенні складних проблем.

4. Покращення мотивації та залученості студентів. Дослідження показало, що студенти експериментальної групи проявляли значно більше зацікавлення в процесі навчання, оскільки вони працювали з реальними, практично орієнтованими завданнями. Більшість студентів відзначили, що це дозволяло їм краще усвідомлювати значення математичних концепцій та стимулювало бажання розвиватися в обраній галузі.

5. Вища ефективність проблемного навчання у розвитку творчих здібностей. Студенти експериментальної групи демонстрували кращі результати в розв'язуванні нестандартних задач, що вимагали творчого підходу. Залучення до комплексних проектів і робота з реальними проблемами сприяють розвитку інноваційного мислення, що є важливим для майбутніх інженерів, котрі повинні володіти здатністю до самостійного вирішення технічних завдань.

6. Позитивний вплив на якість навчального процесу. Результати анкетування показали, що студенти виявили позитивне ставлення до проблемного навчання. Більшість з них зазначили, що ця методика допомогла їм краще зрозуміти предмет та підвищила їхнє зацікавлення у вивченні складних математичних концепцій. У порівнянні з традиційним методом навчання,



проблемний підхід сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу та розвитку практичних навичок.

7. Необхідність адаптації методів до особливостей студентів. Хоча проблемне навчання є дуже ефективним, результати дослідження також показали, що деяким студентам потрібен більше часу для засвоєння матеріалу через складність проблемних ситуацій. Тому важливо враховувати індивідуальні особливості студентів і адаптувати методику в залежності від рівня підготовки групи.

Загалом, результати дослідження підтверджують, що проблемне навчання є потужним інструментом для підвищення якості освіти в технічних університетах, оскільки воно не тільки сприяє кращому розумінню теоретичних знань, але й готує студентів до реальних професійних викликів, розвиваючи їхні аналітичні та творчі здібності.

Список використаних джерел

1. Іванова С. В., Налева Г. В., Іванов В. В. Навчальні дослідні завдання як засіб реалізації компетентнісно-зорієнтованої підготовки студентів з математики. In 39 Міжнародна науково-практична конференція присвячена пам'яті професорів Фоміна Ю., Семенова В.(FS–2019), Istanbul, 2019. - с. 396-398.
2. Желізняк, Л. Кейс-технологія / Л. Желізняк // Відкритий урок: розробки, технології, досвід. – 2012. – № 12. – с. 23–25.
3. Biggs, J., & Tang, C.. *Teaching for Quality Learning at University* (4th ed.). McGraw-Hill Education. 2011.
4. Prince, M., & Felder, R. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 2006. - 95(2), p.123–138.



5. Bishop, J., & Verleger, M. A. *The Flipped Classroom: A Survey of the Research Paper* presented at 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia. 2013, June, 10.- 18260/1-2—22585.

6. Васько, О. О.. Використання проблемного викладу в математичній підготовці майбутніх вчителів. Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць, Суми: ВВП «Мрія», - 2013. -1, с. 115–120.

7. Глушко, О. О., Яценко, С. Є. Математична підготовка майбутніх вчителів хімії і біології в педвузі як фактор, що підвищує конкурентоспроможність фахівця. 2011. URL: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vchdpu/ped/2011_83/Glushko.pdf

8. Драйден, Г., & Вос, Дж., Товакало, М. (Перекл. з англ.). Революція в навчанні. Львів: Літопис. – 2011.

9. Коломієць А. А., & Ковальчук М. Б. Підвищення якості сучасної математичної підготовки в технічних університетах шляхом формування ядра математичних знань. Сучасна освіта –доступність, якість, визнання: збірник наукових праць міжнародної науково-методичної конференції (14-15 листопада 2018 року, м. Краматорськ). С.119-122.

10. Максимова, Т. С. Методика формування професійно-орієнтованої евристичної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів на практичних заняттях з вищої математики. (Автореф. дис. канд. пед. наук). Київ, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. - 2006.

11. Теорія і методика викладання в вищій школі. Конспект лекцій з навчальної дисципліни : навч. посіб.; укладач І. О. Козак. Київ : КПІ ім. Ігоря Сикорського, 2018. 116 с.URL : https://cpsm.kpi.ua/Doc/pvsh_lek_phd.pdf

12. Барковський В. В., Барковська Н. В. Вища математика для економістів : навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2019. - 448 с.



13. Клепко В., Голець В. Вища математика в прикладах і задачах: навч. посіб. Київ: Видавництво «Каравела» 2020. - 594 с.
14. Найко Д.А. Шевчук О. Ф. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посібн. Вінниця : ВНАУ, 2020. - 382 с.
15. Доля О.В., Турчанінова Л.І. Вища математика в прикладах і задачах: Видавництво: Ліра К. 2021 р. -348 с. -ISBN 978-617-7320-80-6
16. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні. URL: <https://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html> (дата звернення: 08.10.2021).
17. Шулікін Д. STEM-освіта. URL: <http://iteach.com.ua/news/massmedia/?pid=2621> (дата звернення: 08.10.2021).