

Ганна Кузнецова

аспірантка кафедри педагогіки і психології управління соціальними системами ім. академіка І. Зязюна, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”; старша викладачка кафедри вищої математики, Харківський національний університет міського господарства імені О. Бекетова; Харків, Україна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0343-2920>;

E-mail: hannakuznetsova23@gmail.com

ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ БАЗОВОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ У ПРОЦЕСІ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ У ЗВО

Анотація: розглянуто педагогічні умови формування базової професійної компетентності майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки. Основними умовами визначено забезпечення мотивації майбутніх інженерів до формування базової професійної компетентності у процесі математичної підготовки, інтенсифікацію практичної роботи студентів під час математичної підготовки з метою формування базової професійної компетентності, застосування методу моделювання з метою формування математичних знань, умінь, здатностей та розвитку професійно-важливих якостей у майбутніх інженерів. Запропоновано застосування сучасних методів та засобів реалізації визначених умов, зокрема метод проектного та групового навчання, моделювання, проблемного викладу, “перевернутого навчання”, “мозковий штурм”, бесіда, дискусія, рольова та ділова гра, наочні методи; інтеграція математичних задач у практичні інженерні контексти; індивідуальна, парна, групова, самостійна робота; рефлексивні вправи; співпраця з роботодавцями та практиками. Через результати дослідження продемонстровано, що такі підходи сприяють не тільки формуванню базової професійної компетентності майбутніх інженерів, а й розвитку критичного мислення, аналітичних здібностей і професійно важливих якостей.

Ключові слова: педагогічна умова; базова професійна компетентність; майбутні інженери; професійна підготовка; математична підготовка.

Hanna Kuznetsova

graduate student of the department of pedagogy and psychology of management of social systems of academician I. Zyazyun, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”; senior lecturer of the department of higher mathematics, O. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv; Kharkiv, Ukraine;

E-mail: hannakuznetsova23@gmail.com

**PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF BASIC
PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE ENGINEERS IN THE PROCESS OF
MATHEMATICAL TRAINING IN HIGHER EDUCATION**

Abstract: the article deals with the pedagogical conditions for the formation of basic professional competence of future engineers in the process of mathematical training. The main conditions are to ensure the motivation of future engineers to form basic professional competence in the process of mathematical training, intensification of students' practical work in the process of mathematical training in order to form basic professional competence, application of the modeling method to form mathematical knowledge, skills, abilities and development of professionally important qualities in future engineers. It is proposed to use modern methods and means of implementing certain conditions, in particular, the method of project and group learning, modeling, problem-based learning, "flipped learning", brainstorming, conversation, discussion, role-playing and business game, visual methods; integration of mathematical problems into practical engineering contexts; individual, pair, group, independent work; reflective exercises; cooperation with employers and practitioners. The results of the study show that such approaches contribute not only to the formation of the basic professional competence of future engineers, but also to the development of critical thinking, analytical skills, and professionally important qualities.

Key words: pedagogical condition; basic professional competence; future engineers; professional training; mathematical training.

Hanna Kuznetsova

An extended abstract of a paper on the subject of:

"Pedagogical Conditions for the Formation of the Basic Professional Competence of Future Engineers in the Process of Mathematical Training in Higher Education"

Problem setting. *The formation of the basic professional competence of future engineers in the process of mathematical training is a key component of their overall professional training, which determines the success of tasks in future engineering activities. Particular attention should be paid to the creation of pedagogical conditions that ensure not only the acquisition of mathematical knowledge, but also the development of skills for their practical application to solve professional problems.*

Recent research and publication analysis. *The overwhelming majority of scientific works are devoted to the concept of professional competence and its structural elements. However, the concept of basic professional competence of future specialists is not widespread in the scientific literature. The article analyzes the definition of basic*

professional competence in the works of I. Aseyeva, V. Petruk and I. Khavina, who interpret this concept as a combination of knowledge, skills and personal qualities necessary for solving professional problems. Based on the analysis of the literature, it is proposed to interpret the basic professional competence of future engineers as a dynamic and integrative property of the individual, which is acquired in the process of mathematical training and includes fundamental knowledge, skills, abilities, as well as general abilities and qualities that are interconnected and are the basis for the successful solution of engineering educational and professional tasks.

Paper objective. *The purpose of the article is to theoretically substantiate and define pedagogical conditions that contribute to the effective formation of the basic*

professional competence of future engineers in the process of mathematical training in higher education institutions; to consider the forms and methods of implementing the proposed pedagogical conditions in the educational process.

Paper main body. The current stage of Ukraine's development places high demands on the training of engineers, which makes it necessary to develop the basic professional competence of engineering students. To do this, it is important to provide motivation to study mathematics, which is the foundation of engineering. In particular, the use of project-based learning, cooperation with employers, and interactive tools such as Wolfram/Alpha helps to integrate theory with practice, increases interest in learning, and demonstrates the real value of mathematical knowledge in the professional field. Methods that include applied tasks and projects allow future professionals to work in teams, develop critical thinking, and solve real-world engineering problems. Access to modern information technology ensures fast and accurate computations, helping students to better understand complex concepts and increase their confidence in their professional abilities.

The intensification of learning includes the use of individually tailored exercise systems, active teaching methods, and interactive technologies that help to increase the productivity of the learning process. The effectiveness of this approach is ensured, for example, through the introduction of project and team-based learning, which develops professional thinking, collaboration skills, and the ability to solve professional problems.

Future engineers need to have skills to use mathematical knowledge to solve professional tasks, and modeling is an

important tool in this process. It helps to transfer theoretical concepts to the practical plane, allowing to analyze real-life situations with the help of mathematical tools. The use of modeling in education develops students' analytical and creative-constructive thinking, shapes their ability to systematically analyze problems and choose optimal solutions. The integration of information technology enhances the effectiveness of modeling through the visualization of complex concepts and the use of modern software tools for practical tasks.

Conclusions of the research. The analysis of the process of forming the basic professional competence of future engineers in the framework of mathematical training has allowed us to substantiate several important pedagogical conditions. The first condition is to stimulate students' motivation, which helps to combine theoretical knowledge with practical skills. It is realized through the creation of situations that demonstrate the applied significance of mathematical theories, project-based learning, integration of tasks into professional contexts, and the involvement of practicing engineers to increase the interest of students.

The second condition involves the intensification of practical work, which contributes to the development of analytical thinking, independence, and the ability to solve professional problems. The use of individual, pair, and group work, as well as active learning methods, helps students adapt to the realities of engineering.

The third condition relates to the use of simulation as a tool for developing creative thinking, system analysis skills, and solving complex problems. Thanks to modern modeling technologies, the educational process becomes more qualitative and allows students to learn theoretical material more effectively through its practical implementation.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Формування базової

професійної компетентності майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки є ключовою складовою їхньої загальної професійної підготовки, що

визначає успішність виконання завдань у майбутній інженерній діяльності. Особливу увагу слід приділяти створенню педагогічних умов, які забезпечують не лише опанування математичних знань, але й розвиток навичок їх практичного застосування для розв'язання фахових завдань.

Підвищення рівня професійної компетентності у майбутніх інженерів дозволить їм ефективніше застосовувати математичні методи для моделювання технічних процесів, оптимізації виробничих систем і прийняття рішень у складних професійних ситуаціях. Це сприятиме не лише їх особистому професійному успіху, але й підвищенню конкурентоспроможності українських фахівців на міжнародному ринку праці.

Актуальність цієї проблеми підкріплюється сучасними освітніми стандартами та вимогами до професійної підготовки інженерів, а також потребою у реалізації стратегій інноваційного розвитку технічних галузей економіки України. Викладене вище закріплено у таких документах, як Закон України “Про вищу освіту”, Концепція розвитку освіти України на період 2015–2025 років (2014) та інші.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми і на які спирається автор. Компетентнісний підхід є актуальним у підготовці сучасного фахівця, оскільки він спрямований на формування не лише знань, а й практичних умінь, навичок та ціннісних орієнтирів, необхідних для ефективної професійної діяльності; забезпечує адаптацію до змін на ринку праці, розвиток критичного мислення, здатності до командної роботи та прийняття рішень; сприяє інтеграції теоретичних знань із практикою, підготовці фахівців до вирішення реальних проблем та їхньому професійному зростанню в умовах глобалізації та цифровізації.

Переважає більшість наукових робіт присвячена розгляду поняття професійної компетентності та її структурних елементів. Натомість поняття базової професійної компетентності майбутніх фахівців не є поширеним у науковій літературі. Серед невеликої кількості досліджень назовемо дисертаційну роботу І. Асєвої, яка розглядає базову професійну компетентність майбутнього бакалавра машинобудівних спеціальностей. Дослідниця визначає це поняття як поєднання певних особистісних якостей та активної самостійної пізнавальної діяльності під час фундаментальної підготовки (для фахівців з машинобудування це математика, фізика та хімія) як основи для формування спеціалізованих професійних навичок і постійного професійного розвитку [3].

Дослідження В. Петрук та І. Хавіної присвячені аналізу поняття базової професійної компетенції. Так, В. Петрук визначає, що професійні компетенції є компонентами фахової компетентності як системи знань, умінь, навичок, професійно значущих якостей особистості, що забезпечують можливість виконання професійних обов'язків певного рівня. Для здобувачів закладу вищої технічної освіти базовими професійними компетенціями, на думку авторки, є мотиваційна, когнітивно-творча та комунікативна компетенції [8].

Хавіна І., досліджуючи базові професійні компетенції майбутніх психологів, трактує це поняття як “сукупність знань, умінь, навичок, а також особистісних якостей здобувача, що добуті у процесі професійної природничонаукової підготовки та є фундаментальною основою здатності успішно розв'язувати наукові психологічні теоретичні та практичні завдання професійної діяльності” [12, с. 74].

Спираючись на аналіз наукової літератури, ми визначасмо поняття “базової професійної компетентності

майбутніх інженерів” як динамічно-інтегративну властивість особистості, яка набувається у процесі математичної підготовки і включає у себе фундаментальні знання, уміння, навички, а також загальні здатності та якості, які взаємопов’язані між собою та є основою для успішного розв’язання інженерних навчальних та професійних завдань [10].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. Визначення педагогічних умов формування базової професійної компетентності майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки, аналіз особливостей їх імплементації в навчальний процес закладів вищої освіти ще не стали предметом окремого наукового дослідження та потребують детального вивчення.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є теоретичне обґрунтування та визначення педагогічних умов, які сприяють ефективному формуванню базової професійної компетентності майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки в закладах вищої освіти; розгляд форм і методів впровадження запропонованих педагогічних умов у навчальний процес.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Сучасний етап розвитку України характеризується швидкими технологічними змінами та зростаючими викликами у галузі технічної освіти, що актуалізує необхідність якісної підготовки майбутніх інженерів. В умовах інтеграції України до європейського освітнього та економічного простору, а також у контексті відновлення інфраструктури та модернізації виробничих галузей, особливої уваги потребує формування базової професійної компетентності (БПК) у здобувачів технічних спеціальностей.

Досліджувані автором педагогічні умови були впроваджені в освітній процес

Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, Українського державного університету залізничного транспорту, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Відповідно до положень Указу Президента України “Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року”, створення стійкої інфраструктури та впровадження інновацій є пріоритетами для забезпечення національних інтересів [9]. Реалізація цих завдань потребує високопрофесійних інженерів, здатних розробляти новітні технології, впроваджувати ефективні технічні рішення та адаптуватися до швидкоплинних змін у професійному середовищі. Для ефективного вирішення зазначених завдань необхідно визначити педагогічні умови, які забезпечать якісне формування БПК майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки.

Мотивація здобувачів інженерних спеціальностей має свої специфічні особливості, зумовлені природою дисциплін, які вони вивчають, і вимогами до їхньої майбутньої професійної діяльності. Основною проблемою є те, що вищу математику часто сприймають як абстрактну та далекую від реальних практичних завдань, оскільки здобувачі не завжди бачать прямий зв’язок між теоретичними знаннями і своєю майбутньою професією, особливо на початкових етапах навчання. Однак цей зв’язок є ключовим для формування інтересу до навчання і, відповідно, для підвищення мотивації.

Інтерес є потужним мотиватором, який може значно підвищити ефективність навчання. Формування інтересу можливо через створення навчальних ситуацій, де здобувачі можуть побачити зв’язок між теоретичними знаннями та їхнім практичним застосуванням у професійній діяльності. Активна діяльність, наприклад,

вирішення реальних інженерних задач, проєктні роботи, використання сучасних інформаційних технологій сприяють підвищенню інтересу до навчання.

Для мотивації здобувачів важливими є постановка чітких та конкретних цілей (Goal Setting Theory), а також очікування успіху (Expectancy Theory). Усвідомлення здобувачем думки, що засвоєння певних математичних навичок є необхідним для успішного виконання професійних завдань, віра в можливість досягти успіху в певній діяльності (наприклад, впевненість, що опанування математичними концепціями приведе до бажаного результату — до успішної кар'єри в інженерії) спонукають підвищення навчальної мотивації.

Однією з найвпливовіших теорій мотивації є теорія самодетермінації, розроблена Е. Деці та Р. Райаном [2]. Вона підкреслює важливість трьох основних психологічних потреб: автономії, компетентності та взаємодії для розвитку внутрішньої мотивації.

У контексті математичної підготовки викладачі можуть забезпечити автономію, дозволяючи здобувачам обирати методи вирішення задач або напрямки проєктної роботи. Почуття компетентності створюється через навчальні ситуації, де здобувачі можуть демонструвати та розвивати свої знання й уміння, отримуючи при цьому позитивний зворотний зв'язок від викладача. Вони відчують себе більш мотивованими, якщо мають можливість спілкуватися та співпрацювати з іншими під час навчання, наприклад, через групові проєкти, дискусії та спільне вирішення завдань.

Отже, ми вважаємо, що основними напрямками мотивації майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки в закладі вищої освіти є: усвідомлення здобувачами важливості математичної підготовки для професійної діяльності; цілеспрямованість та постановка конкретних цілей; інтерес до навчання та

залучення до прикладних завдань; застосування сучасних методів навчання; командна робота та співпраця; підтримка та мотиваційний вплив викладачів.

Таким чином, обґрунтовано, що першою педагогічною умовою є *забезпечення мотивації майбутніх інженерів до формування базової професійної компетентності у процесі математичної підготовки.*

Реалізація першої педагогічної умови здійснювалась нами у процесі викладання курсу “Вищої математики” майбутнім інженерам Харківського національного університету міського господарства ім. О. Бекетова. Засобами та формами реалізації першої педагогічної умови були методи проєктного та групового навчання, проблемного викладу, інтеграція математичних задач у практичні інженерні контексти, співпраця з роботодавцями та практиками.

Наведемо один з прикладів проєктного та групового навчання, що пропонувались майбутнім інженерам під час вивчення дисципліни “Вища математика”: при розгляді теми “Лінійна алгебра” майбутнім інженерам спеціальності 194 — Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології було запропоновано розробити проєкт “Аналіз та моделювання мережі водопостачання у районі міста” з використанням матричних рівнянь (здобувачами була побудована модель розподілу водних ресурсів у мережі труб і представлена у вигляді системи лінійних рівнянь, де кожна точка мережі представлена вузлом, а витрати між вузлами — змінними; матричний аналіз дав змогу описати потоки води та оптимізувати розподіл; для оптимізації тиску в кожній точці мережі та мінімізації втрати води в процесі розподілу, здобувачі розв'язували отриману систему лінійних рівнянь).

Важливу роль, на наш погляд, у формуванні мотивації майбутніх інженерів відіграє взаємодія з роботодавцями та

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МАЙСТЕРНОСТІ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ

інженерами-практиками. Наприклад для здобувачів спеціальності 133 — Галузеве машинобудування на практичному занятті за темою “Диференціальне числення” були організовані зустрічі з інженерами-механіками Харківського механічного заводу, які працюють над оптимізацією роботи двигунів та механічних систем. Вони пояснили здобувачам освіти, як диференціальне числення допомагає при визначенні мінімізації витрат палива та зносу деталей двигуна. Завдяки співпраці зі спеціалістами-практиками, здобувачі отримали уявлення про застосування математичних знань у майбутній професії, про реальні виклики та можливості, з якими вони зустрінуться після завершення навчання, що стимулювало їх до більш відповідального і глибокого підходу до навчання.

Також вважаємо доцільним для забезпечення мотивації майбутніх інженерів до формування базової професійної компетентності у процесі математичної підготовки використовувати інформаційно-комунікаційні технології.

Під час проведення практичних занять для здобувачів другого курсу будівельних спеціальностей ХНУМГ ім. О. Бекетова при вивченні теми “Обчислення площ за допомогою подвійних інтегралів у полярній системі

координат”, з метою пришвидшення обчислень та полегшення сприйняття об’ємного математичного матеріалу, нами використовувалась Wolfram|Alpha — бази знань і набору обчислювальних алгоритмів — для розв’язання наступного типу задач.

За допомогою подвійних інтегралів обчислити у полярних координатах площу плоскої фігури, обмеженої зазначеними лініями ($a > 0$):

$$\rho = a \sin 3\varphi \quad [6, \text{с. 51}].$$

На побудову фігури, яка задана у полярній системі координат, без застосування інтерактивних програм, витрачається багато аудиторного часу, що впливає на рівень мотивації здобувачів до освоєння навчального матеріалу, саме тому ми пропонували зробити це за допомогою зручного набору алгоритмів, який міститься у Wolfram|Alpha.

Майбутнім інженерам пропонувалось перейти за посиланням <https://www.wolframalpha.com/examples/mathematics> і на сторінці, що відкривається, знайти розділ “Креслення та графіки”, в якому можна побудувати лінію або поверхню у будь-якій системі координат, включаючи і полярну. Далі у підрозділі “Полярні графіки” здобувачі освіти вводили рівняння лінії з умови задачі у чарунку (Рис. 1):

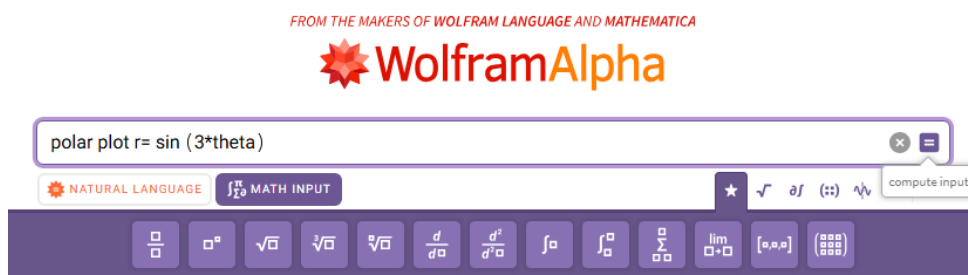


Рис. 1. Інтерфейс Wolfram|Alpha

та після натискання знаку “=”, отримували миттєво малюнок потрібної лінії (Рис. 2).

Доступ до потужного обчислювального інструменту дає змогу

не тільки швидше і точніше виконувати математичні розрахунки, але й краще розуміти абстрактні поняття за рахунок наочної побудови графіків. Інтерактивні елементи та можливість отримувати

миттєві результати мотивують здобувачів до глибшого освоєння матеріалу, розвивають їхні практичні навички, дозволяють зосередитися на важливих концепціях, а не на тривалих обчислювальних процедурах, що сприяє

формуванню позитивного ставлення до вивчення вищої математики й підвищує впевненість у важливості застосування математичних знань у майбутній професійній діяльності.

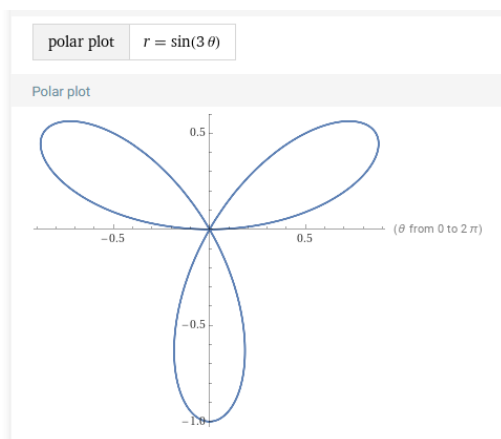


Рис. 2. Приклад використання Wolfram|Alpha

В умовах сучасного розвитку технологій та зростаючих вимог до професійної підготовки інженерів, зважаючи на швидкість розвитку інженерної галузі, навчальні програми мають бути орієнтовані не лише на теоретичну підготовку, а й на інтенсивне залучення здобувачів до практичної діяльності, що дозволяє відпрацьовувати на практиці застосування отриманих знань у наближених до реальних умовах. Це досягається за допомогою інтенсифікації практичної роботи у процесі навчання.

У словнику психолого-педагогічних понять і термінів наголошується на тому, що “інтенсифікація в педагогічній технології означає застосування найновіших форм, методів та прийомів навчально-виховної діяльності на основі наукових рекомендацій, узагальнення кращого педагогічного досвіду роботи та застосування комп’ютерної техніки” на основі індивідуального підходу [11].

Як справедливо зазначає В. Бенера, “інтенсифікація освітньо-виховного процесу вищої школи у світлі сучасних

педагогічних дискусій передбачає досягнення очікуваних результатів за рахунок якісних факторів, тобто за рахунок напруження розумових можливостей особистості. З розвитком науки, збільшенням обсягу інформації, ускладненням виробничих технологій, актуалізацією проблеми продукування інтелектуального багатства виникає необхідність інтенсифікації”. Автор наголошує, що інтенсифікація навчання є складним завданням, яке полягає у прагненні до максимально ефективного використання потенціалу як викладачів, так і здобувачів [4, с. 11].

Підвищення інтенсивності навчальної діяльності через залучення здобувачів до розв’язання практично орієнтованих завдань, використання активних методів, таких як: проєктне навчання, кейс-методи та командна робота стимулює інтерес здобувачів, оскільки вони бачать результати власних зусиль у практичних завданнях, наближених до реальних інженерних ситуацій. Тому є доцільним, як зазначено у роботі Н. Бурдейни, “розробляти і впроваджувати

науково обґрунтовані методи керування пізнавальним процесом, що мобілізують творчий потенціал особистості” [5].

Збільшення обсягу самостійної роботи за допомогою практичних завдань та проєктів дозволяє здобувачам працювати над матеріалом більш глибоко, використовуючи власні дослідження і прикладні знання. Практична діяльність здобувачів у процесі математичної підготовки сприяє розвитку таких важливих якостей, як критичне мислення, аналітичні здібності, вміння вирішувати проблеми та застосовувати математичні знання у професійних ситуаціях. Завдяки інтенсивному залученню до практичних завдань здобувачі отримують можливість застосовувати теоретичні знання у вирішенні реальних або симулятивних інженерних задач, інтегрувати абстрактні математичні концепції у конкретні інженерні ситуації (наприклад, завдання з використанням диференціальних рівнянь або математичного моделювання дозволяють здобувачам відчувати зв'язок між математичними моделями та реальними фізичними процесами).

Таким чином, обґрунтовано, що другою педагогічною умовою є *інтенсифікація практичної роботи здобувачів у процесі математичної підготовки з метою формування базової професійної компетентності*.

Для реалізації даної умови нами використовувались такі форми, як: індивідуальна, парна, групова, самостійна робота, рефлексивні вправи; методи: проблемне, “перевернуте” навчання, дискусія, “мозковий штурм”, наочні методи.

Індивідуальна робота дозволяє здобувачам поглиблено освоювати складні математичні концепції у своєму власному темпі, орієнтуючись на особисті інтереси та професійні потреби. Виконання індивідуальних робіт підвищує рівень відповідальності та ініціативності, оскільки здобувачі змушені самостійно приймати рішення, відшукуючи найбільш оптимальні методи та підходи; це сприяє

не лише засвоєнню теоретичних знань, а й розвитку критичного мислення та самоконтролю.

Індивідуальна робота організовувалась у різних формах: виконання домашніх робіт після кожного практичного заняття з “Вищої математики”; виконання контрольних та самостійних робіт (для даного виду роботи нами використовувались навчально-методичні збірки завдань, створені колективом викладачів кафедри вищої математики і математичного моделювання Харківського національного університету міського господарства імені О. Бекетова за участю автора статті); робота у віртуальному освітньому середовищі на платформі Moodle (автором одноосібно на платформі Moodle створено і впроваджено у процес математичної підготовки майбутніх інженерів два дистанційних курси з дисципліни “Вища математика”, а саме: для спеціальності 275 — Транспортні технології дистанційний курс “Вища математика. Модуль 1” та “Вища математика. Модуль 2”).

Наступною формою інтенсифікації практичної діяльності майбутніх інженерів було застосування парної роботи: пояснення одним здобувачем іншому певного математичного матеріалу для кращого розуміння та запам'ятовування; взаємоперевірка виконаної роботи (математичний диктант). За темою “Графічне представлення функцій і аналіз результатів” парна робота відбувалась у такий спосіб — викладач кожній парі пропонував певний вид функції, один здобувач малював її графік, а інший аналізував її властивості, описуючи основні характеристики (максимуми, мінімуми, точки перегину, асимптоти), потім відбувався обмін ролями і аналіз виконаної напарником роботи. Такі приклади парної роботи сприяють розвитку БПК, дозволяють здобувачам застосовувати математичні знання на практиці та ефективно взаємодіяти.

Ще одним методом інтенсифікації практичної діяльності майбутніх

інженерів, який активно впроваджувався автором у процес математичної підготовки, була групова робота, що сприяла залученню здобувачів до взаємодії, обміну ідеями та спільному розв'язанню складних задач. Така форма роботи формує вміння працювати в команді, адже більшість інженерних проєктів виконуються саме в міждисциплінарних командах.

Наведемо приклад групової роботи за темою “Криві другого порядку”: здобувачі були поділені на чотири підгрупи, кожна з яких мала дослідити властивості певної кривої (кола, еліпса, гіперболи або параболи); у групах обирали відповідальних, які координували розподіл завдань між учасниками; на наступному занятті підгрупи презентували свої результати, які оцінювалися за повнотою, структурованістю та якістю візуального подання. Організація такої групової роботи виявилася ефективним засобом інтенсифікації навчальної діяльності та розвитку професійних навичок майбутніх інженерів, що дозволило здобувачам поглибити свої знання з аналітичної геометрії, працюючи в команді, стимулювало до активного залучення у навчальний процес, розвитку критичного мислення, комунікаційних навичок і вміння вирішувати задачі в умовах командної взаємодії.

Наступним методом інтенсифікації практичної діяльності здобувачів освіти в процесі математичної підготовки є дискусія, яка передбачає активне обговорення певного питання, обмін думками, аргументацію своєї точки зору, узгодження різних позицій та формулювання спільних висновків у групі. Наприклад, метод дискусій було застосовано під час вивчення теми “Розв’язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь”, де здобувачі обговорювали поставлене завдання (назвати всі відомі їм методи розв’язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь і

обрати найзручніший для рішення запропонованих систем) упродовж 5–7 хв, а після обговорення пропонували свої варіанти рішення завдання.

Також ефективним інструментом інтенсифікації практичної діяльності у процесі математичної підготовки є метод “мозкового штурму”, оскільки він стимулює активне мислення здобувачів, сприяє генерації ідей та пошуку нестандартних рішень, дозволяє залучити кожного учасника до обговорення, розвиваючи навички командної роботи та глибоке розуміння математичних концепцій через обмін думками і спільний аналіз запропонованих варіантів. У рамках “мозкового штурму” здобувачі мають змогу запропонувати реальні варіанти застосування математичних знань (наприклад, використання інтегралів у розрахунках площ або об’ємів інженерних конструкцій), що допомагає інтегрувати теоретичні знання з майбутньою професією. Оскільки на початковому етапі метод виключає критику ідей, здобувачі почуваються більш впевнено, що сприяє їхній відкритості та активності. Залучення до колективного вирішення завдань мотивує працювати над власними знаннями, оскільки внесок кожного у групову роботу стає видимим і цінним.

Наведемо приклад реалізації методу “мозкового штурму” під час вивчення теми “Дослідження функцій за допомогою похідних”. Здобувачам пропонувалась групова задача: “Визначити оптимальну форму (геометричний вигляд) мосту, використовуючи знання про екстремуми функцій”. Групи генерували ідеї про можливі моделі форми, аналізували їх, і, зрештою, вибирали найбільш раціональне рішення, обґрунтовуючи його з математичної точки зору.

Наступним методом інтенсифікації практичної діяльності майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки є метод перевернутого навчання (“flipped learning”),

розроблений Д. Бергманом і А. Самсом у 2007–2008 роках [1]. Цей метод організації навчального процесу дозволяє максимально ефективно використовувати аудиторний час для розв'язування прикладних завдань і колективної роботи під керівництвом викладача.

Так, в нашому дослідженні здобувачам пропонувалось самостійно ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою “Векторна алгебра” у дистанційному курсі віртуального середовища Moodle (відео і аудіо записів текстів лекцій) і скласти питання за освоєним матеріалом, а в аудиторії обговорювались проблемні питання, які в них виникли під час перегляду відео-матеріалів, виконувались практичні завдання, вправи на закріплення теоретичного матеріалу. Завдяки самостійному опрацюванню теоретичного матеріалу поза аудиторією в рамках методу “flipped learning”, здобувачі можуть зосередитися на практичному застосуванні знань під час занять, що робить математичну підготовку більш результативною.

Таким чином, запропоновані та впроваджені в навчальний процес методи та засоби інтенсифікації практичної діяльності майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки є ключовою умовою формування базової професійної компетентності, яка забезпечує готовність до вирішення інженерних завдань у реальних умовах.

Сучасний етап розвитку науки і техніки вимагає від майбутніх інженерів умінь застосовувати математичні знання для вирішення професійних завдань. Метод моделювання стає незамінним у цьому процесі, оскільки він дозволяє переносити теоретичні концепції у практичну площину, створюючи умови для аналізу реальних ситуацій за допомогою математичних інструментів. Високий рівень інтеграції інформаційних технологій у навчальний процес посилює можливості моделювання, зокрема у

візуалізації абстрактних понять і взаємодій між ними.

Як зазначають С. Вислоух та ін., “у широкому сенсі під моделюванням розуміють процес адекватного відображення найбільш суттєвих сторін досліджуваного об'єкта або явища з точністю, яка необхідна для практичних потреб. При цьому моделювання — це процес подання об'єкта дослідження адекватної (подібної) йому моделлю і проведення експериментів з моделлю для отримання інформації про об'єкт дослідження” [7, с. 6].

Метод моделювання стимулює аналітичне та творчо-конструктивне мислення, необхідне для інженерної діяльності. Визначення оптимальної моделі для конкретної задачі вимагає глибокого розуміння математичних методів, таких як: диференціальні рівняння, теорія ймовірностей або лінійна алгебра. Через розв'язання задач, що базуються на реальних професійних ситуаціях (наприклад, створення математичних моделей для аналізу транспортних потоків, оптимізації витрат у будівництві, розрахунку міцності матеріалів тощо), здобувачі вчаться системно підходити до аналізу проблем, обирати оптимальні методи їх вирішення, оцінювати результати у контексті практичного застосування, формувати здатність до прогнозування та ухвалення обґрунтованих рішень.

Однією з ключових якостей, які формуються завдяки методу моделювання, є здатність до багаторівневого мислення. Під час роботи з моделями здобувачі повинні розглядати проблему на різних рівнях складності: від визначення основних параметрів задачі до аналізу впливу змінних на результат; це розвиває навички стратегічного мислення, які є важливими для вирішення складних інженерних завдань.

Метод моделювання також сприяє розвитку творчого підходу, оскільки створення моделей вимагає пошуку

нестандартних рішень, адаптації теоретичних методів до конкретних умов, що підсилює професійне самовираження здобувачів і формує навички, необхідні для інноваційної діяльності.

Крім того, використання моделювання формує навички вирішення проблем, оскільки включає багатоетапний процес: від аналізу задачі до перевірки достовірності отриманих результатів. Цей процес розвиває когнітивну гнучкість, здатність переключатися між різними підходами та стратегічно мислити в умовах невизначеності; здобувачі вчаться працювати з відкритими проблемами, які не мають єдиного правильного рішення, що є типовим для сучасної професійної діяльності.

Тож, третьою педагогічною умовою ми визначили *застосування методу моделювання з метою формування математичних знань, умінь, здатностей та розвитку професійно-важливих якостей у майбутніх інженерів.*

Для забезпечення реалізації третьої педагогічної умови використовувались практичні задачі, засновані на реальних інженерних ситуаціях, для моделювання процесів і систем; впроваджувалась інтеграція моделювання в навчальні курси; залучались до навчального процесу сучасні програмні засоби і технології для створення математичних моделей; проводились проєктні роботи, під час яких здобувачі створювали та аналізували моделі, пов'язані з майбутньою професійною діяльністю; підтримувався тісний зв'язок між теоретичними знаннями і практичним застосуванням через взаємодію з фахівцями інженерної галузі.

Показовим прикладом застосування методу моделювання до рішення практичних задач із використанням проблемного навчання є задача максимізації прибутку — це класична оптимізаційна проблема, яка може бути сформульована як математична модель. Основна мета — знайти оптимальне

значення обсягу виробництва або продажів, що максимізує прибуток компанії. Розглянемо загальну постановку задачі.

Нехай $P(x)$ — функція прибутку компанії, що залежить від обсягу виробництва або продажів x , $R(x)$ — функція доходу від продажу x одиниць продукції, $C(x)$ — функція витрат на виробництво x одиниць продукції.

Функція прибутку представляє собою різницю між доходами і витратами:

$$P(x) = R(x) - C(x),$$

де $R(x) = p(x) \cdot x$, а $p(x)$ — ціна за одиницю продукції, яка може залежати від кількості проданих одиниць x (наприклад, при збільшенні обсягу виробництва ціна може знижуватись через ринкові обмеження), $C(x)$ — це функція, що враховує як постійні, так і змінні витрати, наприклад, $C(x) = C_{\text{fixed}} + c(x) \cdot x$, де C_{fixed} — постійні витрати, а $c(x)$ — змінні витрати на одиницю продукції.

Задача максимізації прибутку полягає у тому, щоб максимізувати функцію прибутку $P(x)$ за обсягом продажів або виробництва x :

$$\max_x P(x) = R(x) - C(x).$$

У задачі можуть бути додані різні обмеження, які можуть бути специфічними для кожного випадку:

- обмеження на виробничі потужності $0 \leq x \leq x_{\text{max}}$, де x_{max} — максимальна кількість продукції, яку може виробляти компанія.

- ринкові обмеження: ціна $p(x)$ може залежати від попиту, що вимагає врахування моделі ціноутворення.

- обмеження на витрати (наприклад, наявність обмеженого бюджету на виробництво).

Ще одним із прикладів є робота над моделлю оптимізації виробничого процесу за допомогою Excel. Здобувачам було запропоновано задачу оптимізації виробництва на заводі, що випускає два види продукції; є обмеження на робочий час кожного типу обладнання та на

ресурси, які можна використати для виробництва. Завдання полягало в тому, щоб максимально збільшити прибуток, враховуючи витрати на виробництво та продаж продукції. Етапами групової роботи були: формулювання математичної моделі (одна підгрупа працювала над математичним описом обмежень (обмежений час на обладнанні, доступність ресурсів) і будувала систему лінійних нерівностей, друга — аналізувала функцію прибутку, яка підлягала максимізації, та шукала оптимальні коефіцієнти для кожного виду продукції); розв'язок задачі лінійного програмування (одна група працювала з графічним методом для наочного розв'язку задачі (для випадку двох змінних), інша — використовувала функцію “Пошук рішення” (Solver) в Excel для розв'язку більш складних варіантів задачі); аналіз та інтерпретація результатів (об'єднання результатів та інтерпретації отриманих розв'язків для реальних виробничих умов; здатність не лише знайти оптимальний план виробництва, але й оцінити, як зміни в ресурсах чи обмеженнях можуть вплинути на результати). Важливими організаційними аспектами такого виду роботи є делегування обов'язків, обмін інформацією через онлайн-платформи (Teams або Moodle), вирішення конфліктних ситуацій та досягнення консенсусу, дотримання дедлайнів та ефективне використання часу. Такий підхід сприяв розвитку організаційних здібностей, навичок тайм-менеджменту, відповідальності за спільну роботу, а також допомагав краще зрозуміти застосування математичних інструментів у практичних інженерних задачах.

Загалом, групова робота над математичним моделюванням у процесі підготовки інженерів не лише сприяє розвитку базової професійної компетентності, але й допомагає формувати важливі соціальні та організаційні навички, необхідні для майбутньої професійної

діяльності. Такий підхід готує здобувачів до реальних умов праці, де командна робота є невід'ємною складовою успішної реалізації інженерних проєктів.

Висновки з даного дослідження та перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Отже, аналіз процесу формування БПК майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки дав змогу сформулювати та обґрунтувати наступні педагогічні умови.

По-перше, забезпечення мотивації майбутніх інженерів до формування БПК у процесі математичної підготовки дозволяє ефективно інтегрувати теоретичні знання з практичними навичками, необхідними для успішної професійної діяльності. Ця умова передбачає використання сучасних педагогічних підходів, які враховують особливості мотивації здобувачів технічних спеціальностей (інтерес, постановка цілей, очікування успіху, автономія, компетентність та соціальна взаємодія). Реалізація цієї умови можлива через створення навчальних ситуацій, що демонструють зв'язок між математичними теоріями та їх практичним застосуванням у професійній діяльності, використання інноваційних методів викладання, таких як проєктне навчання, інтеграція математичних задач у практичні інженерні контексти, зустрічі із роботодавцями та інженерами-практиками.

По-друге, інтенсифікація практичної роботи здобувачів у процесі математичної підготовки є важливою умовою формування БПК майбутніх інженерів. Вона допомагає підвищити зацікавленість навчанням, сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних здібностей, самостійності та навичок розв'язання професійних задач. Використання індивідуальної, парної та групової роботи, а також активних методів дозволяє підвищити продуктивність навчання та адаптувати здобувачів до реальних умов професійної діяльності.

По-третє, застосування методу моделювання в процесі підготовки

майбутніх інженерів є ефективним інструментом для розвитку критичного, аналітичного та творчо-конструктивного мислення, навичок системного аналізу та вирішення складних проблем, готовності працювати в міждисциплінарній команді. Використання сучасних технологій для моделювання підвищує якість навчального процесу, допомагає освоїти складні теоретичні концепції через їх практичну реалізацію.

Ефективне використання сучасних педагогічних підходів, мотиваційних стратегій і інноваційних методів сприяє розвитку базової професійної компетентності. Це дозволяє майбутнім

інженерам бути готовими до розв'язання складних професійних задач, працювати в команді та адаптуватися до вимог сучасного технологічного середовища.

Перспективою подальших досліджень з формування БПК майбутніх інженерів у процесі математичної підготовки є реалізація зазначених педагогічних умов для інженерів інших напрямків професійної діяльності в межах України та закордонних ЗВО, а також перевірка ефективності їх та аналіз результатів впровадження у процесі навчання здобувачів інженерних спеціальностей ХНУМГ ім. О. Бекетова.

Список літератури:

1. Bergman J., Sams A., Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. *International Society for Technology in Education*. 2012. 120 p.

2. Deci E., Ryan R. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*. 2000. Vol. 55, no. 1. P. 68–78. Available at: DOI:10.1037/0003-066X.55.1.68

3. Асєєва І. Формування базової професійної компетентності майбутніх бакалаврів машинобудівних спеціальностей у процесі науково-природничої підготовки : дис. канд. пед. наук: 13.00.04. Полтава, 2021. 371 с.

4. Бенера В. Організація самостійної роботи магістрів в умовах інтенсифікації навчання. *Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія: Педагогіка*. № 8. 2017. С. 9–24.

5. Бурдейна Н. Оптимізація та інтенсифікація як основні чинники підвищення ефективності навчального процесу у вищій школі. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/15409>.

6. Печеніжський Ю., Станішевський С., Данилевський М., Кадець М. Індивідуальні завдання з вищої

математики для студентів 1-2 курсів усіх спеціальностей. Ч. 3, Вид. 2. Харків : ХНАМГ, 2007. 64 с.

7. Вислоух С., Волошко О., Тимчик Г., Філіппова М. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. *Чисельні методи* : підручник. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, "Політехніка", 2021. 228 с.

8. Петрук В. Теоретико-методичні засади формування базових професійних компетенцій у майбутніх фахівців технічних спеціальностей : автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2008. 40 с.

9. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. База даних "Законодавство України". Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/722/2019>.

10. Резнік С., Кузнецова Г. Сутність та структурні компоненти базової професійної компетентності майбутніх інженерів. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2022. № 3. С. 71–83. URL: <https://doi.org/10.20998/2078-7782.2022.3.06>.

11. Словник психолого-педагогічних понять і термінів. URL: <https://osvita.ua/school/method/psychology/1270/>.

12. Хавіна І. Формування базових професійних компетенцій бакалаврів з психології у процесі вивчення природничо-

наукових дисциплін : дис. канд. пед. наук:
13.00.04. Вінниця, 2018. 308 с.

References:

1. Bergman J., Sams A., Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. *International Society for Technology in Education*. 2012. 120 p.

2. Deci E., Ryan R. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*. 2000. Vol. 55, no. 1. pp. 68–78. URL: DOI:10.1037/0003-066X.55.1.68.

3. Asieieva I. Formuvannia bazovoi profesiinoi kompetentnosti maibutnikh bakalavriv mashynobudivnykh spetsialnostei u protsesi naukovo-pryrodnychoi pidhotovky [Formation of Basic Professional Competence of Future Bachelors of Mechanical Engineering in the Process of Scientific and Natural Science Training]. Dys. kand. ped. nauk: 13.00.04. Poltava, 2021. 371 p.

4. Benera V. Orhanizatsiia samostiinoi roboty mahistriv v umovakh intensyfikatsii navchannia [Organisation of independent work of masters in the conditions of intensification of training]. *Naukovyi visnyk Kremenetskoi oblasnoi humanitarno-pedahohichnoi akademii im. Tarasa Shevchenka. Serii: Pedahohika*. 2017. No. 8. pp. 9–24.

5. Burdeina N. Optymizatsiia ta intensyfikatsiia yak osnovni chynnyky pidvyshchennia efektyvnosti navchalnoho protsesu u vyshchii shkoli [Optimisation and intensification as the main factors of increasing the efficiency of the educational process in higher education]. Available at: <https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/15409>

6. Pechenizhskyi Yu., Stanishevskyi S., Danylevskyi M., Kadets M. Indyvidualni zavdannia z vyshchoi matematyky dlia studentiv 1–2 kursiv usikh spetsialnostei [Individual assignments in higher mathematics for 1st and 2nd year students of all specialities]. 2007. P. 3, pub. 2. Kharkiv : KhNAMH. 64 p.

7. Vysloukh S., Tymchuk H., Filippova M. Voloshko O., Kompiuterne modeliuvannia protsesiv ta system. Chyselni metody [Computer modelling of processes and systems]. Pidruchnyk. Kyiv : KPI im. I. Sikorskoho, “Politekhnik”, 2021. 228 p.

8. Petruk V. Teoretyko-metodychni zasady formuvannia bazovykh profesiinykh kompetentsii u maibutnikh fakhivtsiv tekhnichnykh spetsialnostei [Theoretical and methodological bases of formation of basic professional competences of future specialists in technical specialities]. Avtoref. ys. d-ra ped. nauk: 13.00.04. Kyiv, 2008. 40 p.

9. Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku: Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 30.09.2019 № 722/2019. Baza danykh “Zakonodavstvo Ukrainy”. Verkhovna Rada Ukrainy [For the Tsili state development plan of Ukraine for the period up to 2030: Decree of the President of Ukraine of 30.09.2019 № 722/2019. Database “Zakonodavstvo Ukrainy”. Verkhovna Rada of Ukraine]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/go/722/2019>.

10. Reznik S., Kuznetsova H. Sutnist ta strukturni komponenty bazovoi profesiinoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv [Essence and structural components of the basic professional competence of future engineers]. *Teoriia i praktyka upravlinnia sotsialnyimi systemamy*. 2022. No. 3. pp. 71–83. Available at: <https://doi.org/10.20998/2078-7782.2022.3.06>.

11. Slovnyk psykholoho-pedahohichnykh poniat i terminiv [Dictionary of psychological and pedagogical concepts and terms]. Available at: <https://osvita.ua/school/method/psychology/1270/>.

12. Khavina I. Formuvannia bazovykh profesiinykh kompetentsii bakalavriv z psykholohii u protsesi vyvchennia pryrodnycho-naukovykh dystsyp-lin [Formation of basic professional competences of bachelors in psychology in the process of studying natural science disciplines]. Dys. kand. ped. nauk: 13.00.04. Vinnytsia, 2018. 308 p.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2024